



TUGAS AKHIR-SS 145561

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT
YANG BERANGKAT PADA PENERBANGAN DOMESTIK
DI BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA
MENGUNAKAN ARIMA *BOX-JENKINS***

Erly Indah Cahyati
NRP 1314 030 051

Dosen Pembimbing
Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si

**DEPARTEMEN STATISTIKA BISNIS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR - SS 145561

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT
YANG BERANGKAT PADA PENERBANGAN DOMESTIK
DI BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA
MENGUNAKAN ARIMA *BOX-JENKINS***

Erly Indah Cahyati
NRP 1314 030 051

Dosen Pembimbing
Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si

DEPARTEMEN STATISTIKA BISNIS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



FINAL PROJECT - SS 145561

**FORECASTING THE NUMBER OF PASSENGERS
DEPARTING ON DOMESTIC FLIGHTS
IN AIRPORTS JUANDA SURABAYA
USING ARIMA *BOX-JENKINS***

Erly Indah Cahyati
NRP 1314 030 051

Supervisor
Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si

DEPARTMENT OF BUSINESS STATISTICS
FAKULTY OF VOCATIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

LEMBAR PENGESAHAN
PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PESAWAT
YANG BERANGKAT PADA PENERBANGAN DOMESTIK
DI BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA
MENGGUNAKAN ARIMA BOX-JENKINS

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

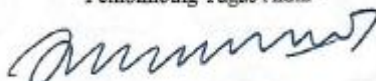
Oleh :

ERLY INDAH CAHYATI

NRP. 1314 030 051

SURABAYA, JULI 2017

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si

NIP. 19740328 199802 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS



Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si

NIP. 19740328 199802 1 001

**Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat
Yang Berangkat Pada Penerbangan Domestik
Di Bandar Udara Juanda Surabaya
Menggunakan ARIMA Box-Jenkins**

Nama : Erly Indah Cahyati
NRP : 1314 030 051
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi
Pembimbing : Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si

ABSTRAK

Transportasi udara menjadi pilihan utama bagi orang yang sering melakukan perjalanan jarak jauh karena transportasi udara dapat memberikan waktu yang lebih pendek untuk sampai pada tujuan dengan kecepatan yang lebih baik dibandingkan transportasi lainnya. Periode 2016 pengguna transportasi udara lebih banyak dibandingkan pengguna transportasi darat dan laut. Periode yang sama jumlah penumpang pada penerbangan domestik lebih banyak dibandingkan penerbangan Internasional. Bandara Udara Juanda Surabaya merupakan salah satu bandara yang tersibuk dengan jumlah penumpang diatas 25 juta per tahun. Infrastruktur suatu Bandar Udara perlu diperhatikan agar pengguna transportasi udara mendapatkan kepuasan terhadap pelayanan dan fasilitas yang ada, oleh Karena itu peramalan jumlah penumpang dan pesawat sangat diperlukan untuk mengembangkan dan meningkatkan infrastruktur penerbangan di Bandar Udara Juanda Surabaya. Fenomena kenaikan atau penurunan jumlah penumpang dan pesawat di tahun mendatang dapat dianalisis menggunakan pendekatan statistika yaitu metode peramalan untuk *univariate time series* dengan model ARIMA Box-Jenkins. Model terbaik untuk meramalkan jumlah penumpang pesawat adalah ARIMA ([1,12],1,0). Ramalan jumlah penumpang pesawat paling banyak terjadi pada bulan Juli sedangkan terendah pada juni 2017.

Kata Kunci : ARIMA, Bandar Udara Juanda, Penumpang Pesawat

Halaman ini sengaja dikosongkan

**Forecasting The Number Of Passengers
Departing On Domestic Flights
In Airports Juanda Surabaya
Using ARIMA Box-Jenkins**

Name : Erly Indah Cahyati
NRP : 1314 030 051
Department : Business Statistics Vocational Faculty
Supervisor : Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si

ABSTRACT

Air transport is the main choice for people who frequently travel long distances for air transport can provide a shorter time to reach the goal with a better speed than other transport. 2016 period users of air transport more than users of land and sea transport, the same periode the number of passengers on domestic flights more than international flights. Juanda Airport in Surabaya is one of the busiest airports by passenger numbers above 25 million every year. An airport infrastructure must be considered that air transport users obtain satisfaction with the services and facilities, therefore forecasting the number of passengers is needed to develop and improve aviation infrastructure at Juanda Airport in Surabaya. The phenomenon of increase or decrease number of passengers and aircraft in the coming year can be analyzed using statistical science is the method of forecasting for univariate time series with ARIMA Box-Jenkins models. The best model to predict the number of passenger is ARIMA $([1,12],1,0)$. Forecast the number of passenger is most common in July, while the lowest is in June 2017.

Keywords : ARIMA, Juanda Airports , Passenger

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun buku Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada bimbingan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

Penelitian ini berjudul **“Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Yang Berangkat Pada Penerbangan Domestik Di Bandar Udara Juanda Surabaya Menggunakan ARIMA Box-Jenkins”** Selama penulisan Tugas Akhir ini penulis mendapat pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing dan Kepala Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran untuk perbaikan laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Noviyanti Santoso, S.Si., M.Si selaku dosen penguji dan validator yang telah memberikan saran untuk perbaikan dan koreksi sehingga hasil praktik analisis sesuai dengan yang ditulis pada laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Hidayat selaku *Airport Security Investigation Team Leader*, yang telah memberikan izin keamanan untuk kegiatan penelitian penulis dengan mengikuti kegiatan *Security Clearance*.
5. Mas andi selaku *Human Capital Section* di PT Angkasa Pura I yang telah mendampingi dan membantu kelancaran mendapatkan data Tugas Akhir di Bandar Udara Juanda Surabaya.

6. Seluruh Staff dan Karyawan di PT Angkasa Pura I Juanda Surabaya.
7. Dosen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan pengalaman dan ilmu kepada penulis.
8. Bapak Anas dan Staff Karyawan Statistika Bisnis yang telah membantu kelancaran penyelesaian Tugas Akhir.
9. Ayah, Ibu, Adik, dan semua keluarga di Sidoarjo atas doa, dukungan, nasihat dan segalanya yang telah diberikan untuk penulis sehingga dilancarkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. *TNK Squad* atau keluarga yang dipertemukan dengan mempunyai tujuan yang sama dalam belajar bersama dan bermain, yaitu Fariq, Harun, Sheli, Febri dan EkaYulia yang selalu memberi dukungan, semangat dan saran.
11. Kakak-kakak senior yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan kepada penulis.
12. Teman-teman Statistika Bisnis angkatan 2014 (PIONEER) yang mendukung dan memberi semangat kepada penulis.
13. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Besar harapan penulis agar laporan Tugas Akhir yang penulis susun dapat bermanfaat bagipembaca. Tak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam laporan yang telah penulis susun. Atas perhatian dan dukungannya penulis sampaikan ucapan terima kasih.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<u>HALAMAN</u> JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I <u>PENDAHULUAN</u>.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II <u>TINJAUAN PUSTAKA</u>.....	5
2.1 Peramalan Dengan Metode Runtun Waktu.....	5
2.1.1 Identifikasi Model.....	6
2.1.2 Estimasi Parameter.....	12
2.1.3 Uji Signifikansi Parameter.....	13
2.1.4 Uji Asumsi Residual.....	15
2.1.5 Pemilihan Model Terbaik.....	16
2.2 Bandar Udara Juanda Surabaya.....	17
BAB III <u>METODOLOGI PENELITIAN</u>.....	19
3.1 Sumber Data.....	19
3.2 Variabel Penelitian.....	19
3.3 Langkah Analisis.....	20
BAB IV <u>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</u>.....	25
4.1 Karakteristik Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya.....	25
4.2 Peramalan Jumlah Penumpang di Bandar Udara Juanda Surabaya.....	28
4.2.1 Identifikasi Model ARIMA.....	29

	Halaman
4.2.2 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter	34
4.2.3 Pengujian Asumsi Residual	35
4.2.4 Pemilihan Model Terbaik	38
4.2.5 Peramalan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51
BIODATA PENULIS	75

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1	Diagram Alir22
Gambar 4.1	<i>Time Series Plot</i> Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda25
Gambar 4.2	<i>Boxplot</i> Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Setiap Bulan26
Gambar 4.3	<i>Boxplot</i> Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Setiap Tahun.....27
Gambar 4.4	<i>Timeseries Plot</i> Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda29
Gambar 4.5	<i>Box-Cox</i> Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda30
Gambar 4.6	Plot ACF Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya31
Gambar 4.7	<i>Time Series Plot</i> dan Plot ACF Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya Setelah <i>Differencing</i> Lag 1 (a) <i>Time Series Plot</i> , (b) Plot ACF.....32
Gambar 4.8	Plot ACF dan PACF Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya Setelah <i>Differencing</i> (a) Plot ACF, (b) Plot PACF33
Gambar 4.9	Perbandingan Ramalan <i>In Sample</i> dan Data Aktual <i>Out Sample</i>39
Gambar 4.10	<i>Time Series Plot</i> Data Aktual vs <i>Forecast In Sample</i>41
Gambar 4.11	<i>Time Series Plot</i> Data Aktual vs <i>Forecast Out Sample</i>42
Gambar 4.12	<i>Time Series Plot</i> Ramalan Jumlah Penumpang Pesawat Tahun 201743
Gambar 4.13	Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Juanda Tahun 2016 dan Ramalan Tahun 201744

Gambar 4.14	<i>Time Series Plot</i> Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda dan Hasil Ramalannya	45
--------------------	---	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Transformasi <i>Box-Cox</i>	7
Tabel 2.2 Karakteristik Teoritis ACF dan PACF untuk Proses yang Stasioner.....	9
Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian	19
Tabel 4.1 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model	34
Tabel 4.2 Pengujian Asumsi <i>White Noise</i> Pada ARIMA yang Signifikan	36
Tabel 4.3 Pengujian Asumsi Distribusi Normal Pada Model ARIMA.....	38
Tabel 4.4 Kriteria Pemilihan Model Terbaik	39
Tabel 4.5 Nilai Ramalan Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya Periode 2016-2017.....	43

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Permohonan Ijin Data Tugas Akhir.....	51
Lampiran 2. Surat Keterangan Telah Mengikuti <i>Security Clearance</i>	52
Lampiran 3. Surat Pernyataan Kevalidan Data.....	53
Lampiran 4. Data Jumlah Penumpang Pesawat yang Berangkat Pada Penerbangan Domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya	54
Lampiran 5. <i>Syntax</i> SAS untuk ARIMA Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Juanda Surabaya (7 Model).....	55
Lampiran 6. <i>Output</i> SAS untuk ARIMA Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Juanda Surabaya (7 Model).....	62
Lampiran 7. Perhitungan Manual Kriteria Kebaikan Model Berdasarkan <i>Output</i> (4 Model)	69
Lampiran 8. Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Tahun 2017 Menggunakan ARIMA ([1,12],1,0)	73

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan transportasi mempunyai tujuan untuk mengembangkan sarana dan prasarana transportasi agar dapat menunjang pergerakan manusia, barang atau kendaraan. Perencanaan transportasi udara adalah perwujudan fasilitas penerbangan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan kebutuhan pada masa mendatang pada khususnya. Perencanaan diperlukan untuk mencapai keseimbangan antara jumlah penumpang dan volume penerbangan pada masa mendatang dengan ketersediaan prasarana transportasi udara atau kapasitas suatu bandar udara. Kontribusi transportasi udara di bidang transportasi adalah memberikan layanan pengangkutan baik orang maupun barang melalui jalur udara dengan nilai tambah berupa efisiensi waktu dan kecepatan yang lebih baik dibandingkan dengan transportasi lainnya. Perubahan jumlah pengguna transportasi udara dari segi konsumen dipengaruhi oleh tingkat keamanan dan kenyamanan penerbangan, tingkat keterlambatan penerbangan serta jaminan atas kerusakan dan kehilangan bagasi penumpang. Sepanjang tahun 2016, pengguna moda laut naik 3,54%, moda darat mengalami kenaikan 4,63% dan moda udara naik 7,62%. Tingginya kenaikan pengguna moda udara dikarenakan bahwa moda udara berlangsung lebih cepat dan membutuhkan waktu yang lebih pendek untuk menempuh perjalanan dibandingkan dengan angkutan darat dan laut (MenHub, 2016).

Bandar Udara Juanda berhasil meraih penghargaan sebagai Bandar Udara dengan pengelolaan terbaik sepanjang tahun 2015 yang dinilai langsung oleh penelitian internal dari Dewan Komisaris PT Angkasa Pura I (AP I). Aspek yang dinilai meliputi pelayanan 40%, *safety* dan *security* 40% serta kreatifitas 20%. Bandar Udara Juanda merupakan Bandar Udara yang memiliki total jumlah penumpang diatas 25 juta per tahun (Chaniago,

2016). Kenaikan jumlah penumpang terjadi di semua Bandar Udara yang dikelola oleh Angkasa Pura I yaitu Bandar Udara Juanda Surabaya 57,73%, Hasanudin Makassar 42,31%, Kualanamu Medan 35,73%, Ngurah Rai Denpasar 33,94% dan Soekarno Hatta 25,82%. Menurut BPS, jumlah angkutan udara paling banyak diberangkatkan pada bulan Juli 2016 terjadi di Bandar Udara Juanda baik penumpang domestik maupun penumpang internasional. Berdasarkan data BPS, jumlah penumpang domestik pada bulan Januari-Juli 2016 naik 17,63% dibandingkan periode yang sama di tahun 2015. Sementara jumlah penumpang internasional naik 5,73% dibandingkan periode yang sama 2015 (Novalius, 2016). Adanya minat masyarakat yang semakin meningkat dalam menggunakan transportasi udara menyebabkan banyaknya persaingan yang kompetitif bahwa antar perusahaan penerbangan berusaha memberikan dan membangun fasilitas Bandar Udara yang lebih baik. Dalam kenyataannya penerbangan kadang mengalami lonjakan atau penurunan jumlah penumpang. Adanya perubahan perubahan tersebut dapat diambil sebagai data untuk keperluan dalam mengambil kebijakan, khususnya dibidang penerbangan untuk penyesuaian terhadap peningkatan dan penurunan penumpang di masa yang akan datang (Tarigan, 2009).

Penelitian terkait jumlah penumpang di terminal kedatangan Internasional Bandar Udara Juanda Surabaya telah dilakukan oleh Kamil (2006) dengan hasil pemodelan *varians* kalender untuk memodelkan jumlah penumpang yang belum lebih baik daripada pemodelan dengan menggunakan ARIMA *Box-Jenkins*. Sedangkan penelitian peramalan jumlah penumpang pesawat terbang domestik di Bandar Udara Juanda pernah dilakukan oleh Huda (2009) bahwa untuk meramalkan jumlah penumpang domestik di Bandar Udara Juanda lebih baik menggunakan model ARIMA karena diperoleh nilai RMSE yang minimum. Penelitian yang dilakukan oleh Eliza (2011) menunjukkan bahwa pola hasil ramalan jumlah penumpang *Airlines* terjadi kenaikan dengan periode musiman pada bulan

Desember dengan model terbaik yang diperoleh yaitu ARIMA $(0,1,1)(0,1,1)^{12}$, oleh karena itu untuk mendapatkan model terbaik dari ramalan jumlah penumpang dan pesawat terbang lebih baik menggunakan metode ARIMA *Box-Jenkins*.

Penelitian ini dilakukan untuk meramalkan jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan informasi kepada PT Angkasa Pura I dan Kementerian Perhubungan terkait banyaknya penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya. PT AP I dapat memberikan pelayanan lalu lintas udara yang sesuai untuk Bandar Udara Juanda Surabaya. Adanya prediksi jumlah penumpang dapat membantu Kementerian Perhubungan dalam menentukan kebijakan penerbangan Bandar Udara Juanda.

1.2 Rumusan Masalah

Bisnis industri penerbangan nasional memang tengah terbang tinggi. Bandar Udara Juanda Surabaya merupakan salah satu Bandar Udara yang ramai akan jumlah penumpang setiap tahunnya. Namun di balik geliat pertumbuhan bisnis penerbangan yang tinggi, ada beberapa permasalahan hingga yang menjadi sorotan saat ini adalah kondisi Bandara yang ramai dan tidak beraturan. Padahal penumpang makin banyak, kini Bandar Udara sudah terlalu sibuk dan padat yang penuh dengan angkutan dan penumpang. Kenaikan penumpang yang signifikan sering tidak dibarengi dengan jumlah pesawat yang ada terutama saat acara keagamaan dan libur panjang. Bertambahnya jumlah penumpang tidak sebanding dengan jumlah *sheet* yang ada. Hal tersebut diperlukan adanya campur tangan pemerintah dalam memberikan kebijakan kepada maskapai penerbangan sesuai dengan besarnya jumlah penumpang. Bandar Udara Juanda Surabaya perlu mengetahui fluktuasi jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik untuk periode kedepan dengan cara peramalan jumlah penumpang pesawat periode 2017 yang

dipengaruhi oleh data jumlah penumpang pesawat pada tahun-tahun sebelumnya menggunakan metode *ARIMA Box-Jenkins*.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah meramalkan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya pada tahun 2017 dengan mendapatkan model terbaik untuk dapat meramalkan jumlah penumpang pesawat.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan ramalan jumlah penumpang di masa yang akan datang dengan hasil yang mendekati data aktual, sehingga Kementerian Perhubungan dapat menentukan kebijakan terkait pengembangan infrastruktur Bandar Udara Juanda Surabaya seperti pengaturan keselamatan, kelancaran dan keamanan penerbangan Bandar Udara, pengaturan fasilitas dan pelestarian lingkungan Bandar Udara. Bagi Angkasa Pura I dapat memberikan pelayanan lalu lintas udara yang tepat untuk Bandar Udara Juanda Surabaya serta membantu proses pengambilan keputusan dan membuat rencana perusahaan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah data bulanan selama 7 tahun yaitu mulai bulan Januari 2010 sampai dengan bulan Desember 2016. Penelitian ini mengkaji faktor jumlah penumpang domestik yang berangkat melalui terminal I di Bandar Udara Juanda Surabaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peramalan dengan Metode Runtun Waktu (*Time Series Methode*)

Peramalan merupakan dasar untuk menyusun rencana karena akan membantu dalam mengadakan analisis terhadap data di masa lalu. Sehingga dengan metode peramalan akan memberikan cara pemikiran, pengerjaan yang teratur dan terarah serta perencanaan yang sistematis hingga memberikan ketepatan hasil analisis (Lumbantobing, 2008). Berdasarkan definisi peramalan diatas, maka dapat disimpulkan manfaat dari peramalan antara lain adalah sebagai berikut.

1. Membantu agar perencanaan suatu pekerjaan dapat diperkirakan dengan tepat.
2. Merupakan suatu pedoman dalam menentukan tingkat persediaan perencanaan dapat bekerja secara optimal.
3. Sebagai masukan untuk penentuan jumlah investasi.
4. Membantu menentukan pengembangan suatu pekerjaan untuk periode selanjutnya.

Time series adalah suatu rangkaian dari nilai-nilai suatu variabel atau hasil observasi yang dicatat dalam waktu yang berurutan. Metode peramalan *time series* adalah metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu atau analisis *time series*. Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan peramalan adalah pada galat (*error*), yang tidak dapat dipisahkan dalam metode peramalan. Untuk mendapatkan data yang mendekati data asli, maka seorang peramal harus berusaha membuat *error*-nya sekecil mungkin. Dengan adanya data *time series*, maka pola gerakan data dapat diketahui. Analisa *time series* dilakukan untuk memperoleh pola data *time series* dengan menggunakan data masa lalu yang digunakan untuk meramalkan suatu nilai pada masa yang akan datang. Ada beberapa metode analisis yang digunakan untuk kegiatan peramalan, salah satunya

yaitu metode runtun waktu atau sering disebut ARIMA (*Autoregresif Integrated Moving Average*) *Box Jenkins*. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat, namun untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik. Tahapan-tahapan peramalan pada ARIMA *Box-Jenkins* (Wei, 2006) adalah sebagai berikut.

2.1.1 Identifikasi Model

Identifikasi model ARIMA *Box-Jenkins* digunakan untuk melakukan pendugaan model sementara. Hal yang perlu diperhatikan dalam metode peramalan ARIMA *Box-Jenkins* adalah kestasioneritasan data apakah data stasioner atau non-stasioner. Aspek-aspek AR dan MA dari model ARIMA hanya berkenaan dengan *time series* yang stasioner (Makridakis, Wright, & McGee, 1999).

a. Kestasioneran

Stasioneritas berarti bahwa tidak ada perubahan yang drastis pada data. Data *time series* dikatakan stasioner jika fluktuasi data berada disekitar nilai rata-rata dan *varians* yang konstan. Kestasioneran dapat dideteksi dengan menggunakan plot *time series*. Stasioneritas dibagi menjadi 2 (Wei W. W., 2006), yaitu :

1. Stasioneritas dalam *mean* (rata-rata)

Stasioneritas dalam *mean* adalah fluktuasi data berada disekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut. Apabila dilihat dari plot ACF, maka nilai-nilai autokorelasi dari data stasioner akan turun menuju nol sesudah *time lag* (selisih waktu) kedua dan ketiga. Ketidakstasioneritasan dalam *mean* dapat diatasi dengan proses pembedaan atau *differencing* menggunakan rumus pada Persamaan 2,1 (Markidakis, Wheelwright, & McGEE, 1999).

$$Y_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.1)$$

dimana :

Y_t = pengamatan yang sudah di *differencing*

Z_t = pengamatan pada waktu ke- t

Z_{t-1} = pengamatan pada waktu 1 bulan sebelumnya.

2. Stasioneritas dalam *varians*

Data *time series* dikatakan stasioner dalam *varians* apabila struktur data dari waktu ke waktu mempunyai fluktuasi data yang tetap atau konstan dan tidak berubah-ubah. Stasioner dalam *varians* dapat dibantu dengan menggunakan plot *time series*. Jika data tidak stasioner dalam *varians*, maka diatasi dengan cara transformasi yang diperoleh dengan menggunakan Rumus 2.2 dan nilai transformasi secara umum ditunjukkan pada Tabel 2.1.

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad (2.2)$$

dengan λ adalah parameter transformasi. Nilai λ yang dipilih adalah nilai λ yang meminimumkan jumlah kuadrat residual sehingga memiliki *varians* yang minimum (Wei W. W., 2006).

Tabel 2.1 Transformasi *Box-Cox*

Nilai λ (<i>Lambda</i>)	Transformasi
-1	$1/Z_t$
-0,5	$1/\sqrt{Z_t}$
0	$\ln Z_t$
0,5	$\sqrt{Z_t}$
1	Z_t

b Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

Kestasioneran dapat dilihat berdasarkan perhitungan plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Koefisien autokorelasi adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi antara pengamatan pada waktu t

(dinotasikan Z_t) dengan pengamatan-pengamatan sebelumnya (dinotasikan $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k}$) (Wei W. W., 2006). ARIMA mensyaratkan data yang stasioner, artinya mempunyai *mean* dan *varians* yang konstan yaitu $E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu$ dan $\text{Var}(Z_t) = \text{Var}(Z_{t+k}) = \sigma^2$. Sehingga fungsi autokorelasi (ACF) berdasarkan sampel pengambilan data ditunjukkan pada Persamaan 2.3. Pemeriksaan lag-lag yang signifikan dalam model pada plot ACF yaitu lag-lag yang memiliki nilai ACF keluar dari batas atas (BA) dan batas bawah (BB) ACF yang ditunjukkan pada Persamaan 2.4 dan 2.5.

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \quad (2.3)$$

$$BA = (t_{n-1, (1-\alpha/2)}) (se(\hat{\rho}_k)) \quad (2.4)$$

$$BB = (t_{n-1, \alpha/2}) (se(\hat{\rho}_k)) \quad (2.5)$$

dimana :

$k = 0, 1, 2, \dots$

Z_t = pengamatan pada waktu ke-t

Z_{t+k} = pengamatan pada waktu ke-t dan lag ke-k

μ = *mean* $E(Z_t)$

$\hat{\rho}_k$ = fungsi autokorelasi (ACF)

\bar{Z} = rata-rata pengamatan pada waktu ke-t

$SE(\hat{\rho}_k) = \sqrt{\frac{1}{n} (1 + 2\hat{\rho}_1^2 + \dots + 2\hat{\rho}_m^2)}$, dimana $m=1, 2, \dots, k$

Fungsi autokorelasi parsial (PACF) digunakan untuk mengukur tingkat keeratan (*association*) antara Z_t dengan Z_{t+k} , setelah pengaruh variabel $Z_{t+1}, Z_{t+2}, Z_{t+k-1}$ dihilangkan. Pada plot PACF saat $k=0$ nilainya akan sama dengan nilai ACF pada lag ke-

1 ($\hat{\phi}_{1,1} = \hat{\rho}_1$). Sehingga fungsi autokorelasi parsial (PACF) yang digunakan dapat dirumuskan pada Persamaan 2.6. Pemeriksaan lag-lag yang signifikan dalam model pada plot *PACF* yaitu lag-lag yang memiliki nilai *PACF* keluar dari batas atas (BA) dan batas bawah (BB) *PACF* yang ditunjukkan pada Persamaan 2.7 dan 2.8 (Wei W. W., 2006).

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \quad (2.6)$$

$$BA = (t_{n-1, (1-\alpha/2)})(se(\hat{\rho}_k)) \quad (2.7)$$

$$BB = (t_{n-1, \alpha/2})(se(\hat{\rho}_k)) \quad (2.8)$$

dimana :

$$\hat{\phi}_{k+1,j} = \hat{\phi}_{kj} - \hat{\phi}_{k+1,k+1} \hat{\phi}_{k,k+1-j} \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, k$$

$$\hat{\rho}_{k+1} = \text{fungsi autokorelasi dari sampel setelah lag ke-}k$$

$$\hat{\rho}_j = \text{fungsi autokorelasi dari sampel setelah lag ke-}j$$

$$SE(\hat{\phi}_{+1,k+1k}) = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Setelah mendapatkan data yang stasioner dalam *mean* maupun *varians*, langkah selanjutnya adalah membuat plot ACF dan PACF untuk mendapatkan orde p, q P dan Q dari model. Karakteristik teoritis pendugaan model berdasarkan plot ACF dan PACF untuk model reguler yang stasioner ditunjukkan pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Karakteristik Teoritis Plot ACF dan PACF untuk Proses Stasioner

No	Model	ACF	PACF
1	MA (q)	Terpotong setelah lag ke-q (signifikan sampai lag ke-q)	Turun cepat

Tabel 2.2 Karakteristik Teoritis Plot ACF dan PACF untuk Proses Stasioner (Lanjutan)

No	Model	ACF	PACF
2	AR (p)	Turun cepat	Terpotong setelah lag ke-p (signifikan sampai lag ke-p)
3	ARMA (p, q)	Turun cepat	Turun cepat
4	MA (Q) ^s	Terpotong setelah lag ke-QS (signifikan sampai lag ke-QS)	Turun cepat pada lag musiman (S, 2S, ...)
5	AR (P) ^s	Turun cepat pada lag musiman (S, 2S, ...)	Terpotong setelah lag ke-PS (signifikan sampai lag ke-PS)
6	ARMA (P, Q) ^s	Turun cepat pada lag musiman (S, 2S, ...)	Turun cepat pada lag musiman (S, 2S, ...)

c Model ARIMA

Beberapa model ARIMA yang dapat digunakan pada data *time series* adalah model *Autoregressive* (AR), model *Moving Average* (MA), model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) serta model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) sebagai berikut.

1. Model *Autoregressive* (AR)

Autoregressive merupakan suatu bentuk regresi yang menghubungkan nilai-nilai sebelumnya pada selang waktu yang bermacam-macam. Jadi suatu model *autoregressive* akan menyatakan suatu ramalan sebagai fungsi nilai-nilai sebelumnya dari *time series* tertentu. Secara umum model AR (p) (Wei W. W., 2006) dirumuskan pada Persamaan 2.9.

$$\phi_p(B)\dot{Z}_t = a_t \quad (2.9)$$

dimana :

ϕ_p = parameter *autoregressive* lag ke-p

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B, \phi_2 B^2, \dots, \phi_p B^p)$$

$$\dot{Z}_t = Z_t - \mu$$

a_t = residual pada saat ke-t

2. Model *Moving Average* (MA)

Model *Moving average* digunakan untuk menjelaskan suatu fenomena yang terjadi akibat dari adanya data masa kini yang dipengaruhi oleh data masa lalu dari n periode terakhir. Bentuk umum dari model moving average dengan orde q (MA(q)) ditunjukkan pada Persamaan 2.10. Nilai θ_q adalah parameter dari model *moving average* ke-q sedangkan $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B, \theta_2 B^2, \dots, \theta_p B^p)$.

$$\dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t \quad (2.10)$$

3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Model *Autoregresif Moving Average* merupakan gabungan dari model AR dan MA. Selain memiliki model AR (p) dan MA (q) dapat diduga bahwa data yang diramalkan memiliki model ARMA (p, q). Parameter ϕ_p merupakan koefisien *autoregressif* ke-p dan θ_q adalah koefisien parameter dari *moving average* pada lag ke-q (Wei W. W., 2006).

$$\phi_p(B)\dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t \quad (2.11)$$

4. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Selain terdapat model untuk data yang stasioner adapula model untuk data yang tidak stasioner. Persamaan 2.12 merupakan model ARIMA secara umum. Nilai $(1-B)^d$ merupakan nilai *time series* yang stasioner pada pembedaan ke-d.

$$\phi_p(B)(1-B)^d\dot{Z}_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t \quad (2.12)$$

5. Model *Seasonal ARIMA* (p, d, q)(P, D, Q)^s

Musiman adalah suatu pola berulang-ulang pada suatu selang yang konstan. Apabila dalam plot *time series* memiliki

pola yang konsisten pada lag ke-k musiman, maka koefisien autokorelasi akan memiliki nilai positif yang tinggi yang menunjukkan pengaruh musiman. Model umum ARIMA *seasonal* adalah sebagai berikut (Wei W. W., 2006). Apabila $d = D = 0$ maka $\dot{Z}_t = Z_t - \mu$, sedangkan jika $d = D \neq 0$ maka $\dot{Z}_t = Z_t$.

$$\phi_p \Phi_p (B^{PS}) (1-B)^d (1-B^S)^D \dot{Z}_t = \theta_q (B) \Theta_Q (B^{QS}) a_t \quad (2.13)$$

dimana :

- Φ_p = parameter *seasonal* AR ke-P
- $\Phi_p (B^S) = (1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} \dots - \Phi_p B^{pS})$
- Θ_Q = parameter *seasonal* MA ke-Q
- $\Theta_Q (B^S) = (1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} \dots - \Theta_Q B^{QS})$
- (p, d, q) = bagian yang tidak musiman dari model
- (P, D, Q) = bagian musiman dari model
- S = jumlah periode per musim

2.1.2 Estimasi Parameter

Estimasi parameter pada model ARIMA yang paling umum digunakan adalah metode *Conditional Least Square* (CLS). Metode ini dilakukan dengan cara meminimumkan jumlah kudrat *error* atau SSE. Misalkan untuk model AR(1), maka *least square estimation* untuk AR(1) dijelaskan pada Persamaan 2.14 (Cryer & Chan, 2008).

$$S(\phi, \mu) = \sum_{t=2}^n a_t^2 = \sum_{t=2}^n [(Z_t - \mu) - \phi(Z_{t-1} - \mu)]^2 \quad (2.14)$$

Berdasarkan metode *least square*, taksiran ϕ dan μ dilakukan dengan meminimumkan $S(\phi, \mu)$. Oleh karena itu, perlu dilakukan penurunan terhadap ϕ dan μ kemudian disamakan dengan nol. Persamaan 2.15 merupakan operasi turunan terhadap μ .

$$\frac{\partial S}{\partial \mu} = \sum_{t=2}^n 2[(Z_t - \mu) - \phi(Z_{t-1} - \mu)](-1 + \phi) = 0 \quad (2.15)$$

Sehingga taksiran parameter μ untuk model AR(1) adalah sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{t=2}^n Z_t - \phi_1 \sum_{t=2}^n Z_{t-1}}{(n-1)(1-\phi)} \quad (2.16)$$

Kemudian untuk parameter ϕ dengan cara yang sama didapatkan operasi turunan sebagai berikut.

$$\frac{\partial S}{\partial \phi} = \sum_{t=2}^n 2[(Z_t - \bar{Z}) - \phi(Z_{t-1} - \bar{Z})](Z_{t-1} - \bar{Z}) = 0 \quad (2.17)$$

Sehingga taksiran parameter ϕ untuk model AR (1) adalah sebagai berikut.

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=2}^n (Z_t - \bar{Z})(Z_{t-1} - \bar{Z})}{\sum_{t=2}^n (Z_{t-1} - \bar{Z})^2} \quad (2.18)$$

2.1.3 Uji Signifikansi parameter

Uji signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui apakah parameter model signifikan atau tidak. Berikut merupakan uji signifikansi parameter model dari parameter *Autoregressive* (AR).

$H_0 : \phi_p = 0$ (parameter AR tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \phi_p \neq 0$ (parameter AR signifikan dalam model)

Statistik uji yang digunakan untuk parameter AR dirumuskan pada Persamaan 2.19.

$$t = \frac{\hat{\phi}_p}{SE(\hat{\phi}_p)} \quad (2.19)$$

dimana :

$\hat{\phi}_p$ = estimasi parameter *Autoregressive* (AR) ke-p

$$SE(\hat{\phi}_p) = \text{standart error parameter AR, } \sqrt{\hat{\sigma}_a^2 (\sum_{t=2}^n Z_{t-1}^2)^{-1}}$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{\sum_{t=2}^n (Z_t - \hat{\phi}Z_{t-1})^2}{n-1}$$

Pengujian signifikansi parameter menggunakan taraf signifikan α sehingga H_0 akan ditolak apabila $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n-p}$, dimana n merupakan banyaknya pengamatan dan p merupakan banyaknya parameter *AR* dalam model (Wei W. W., 2006). Sedangkan pada parameter *Moving Average (MA)* digunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \theta_q = 0$ (parameter *MA* tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \theta_q \neq 0$ (parameter *MA* signifikan dalam model)

Statistik uji yang digunakan pada parameter *MA* adalah.

$$t = \frac{\hat{\theta}_q}{SE(\hat{\theta}_q)} \quad (2.20)$$

dimana :

$\hat{\theta}_q$ = estimasi parameter *Moving Average (MA)* ke- q

$SE(\hat{\theta}_q) = \text{standart error parameter MA, } \sqrt{\hat{\sigma}_a^2 (\sum_{t=2}^n Z_{t-1}^2)^{-1}}$

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{\sum_{t=2}^n (Z_t - \hat{\theta}Z_{t-1})^2}{n-1}$$

Sama seperti daerah penolakan yang digunakan pada parameter *AR*, pada model *MA* nilai t_{tabel} yang digunakan adalah $t_{\alpha/2, n-q}$, dimana q merupakan banyaknya parameter *MA* dalam model (Wei W. W., 2006).

2.1.4 Uji Asumsi Residual

Asumsi yang diperlukan pada ARIMA *Box Jenkins* adalah asumsi residual berdistribusi normal dan asumsi residual *white noise* (Wei W. W., 2006) .

a. *White Noise*

Asumsi *white noise* merupakan asumsi residual independen dan identik. Hipotesis pada asumsi *white noise* (Wei W. W., 2006) dinyatakan sebagai berikut.

$H_0 : \rho_{a1} = \rho_{a2} = \dots = \rho_{ak} = 0$ (residual memenuhi syarat *white noise*)

$H_0 : \text{Minimal ada satu } \rho_{ak} \neq 0, k=1, 2, \dots, K$ (residual tidak memenuhi syarat *white noise*)

Statistik uji yang digunakan pada uji *white noise* ditunjukkan pada Persamaan 2.21. Statistik uji ini menggunakan nilai *L-jung Box* yang dinotasikan dengan Q .

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_{ak}}{n-k} \quad (2.21)$$

dimana :

n = banyaknya data

K = banyaknya lag yang diuji

$\hat{\rho}_{ak}$ = dugaan *autokorelasi* residual lag ke- k , yang diperoleh dengan menggunakan rumus pada Persamaan 2.3.

Taraf signifikan yang digunakan adalah α sehingga H_0 akan ditolak apabila $Q > \chi^2_{(\alpha, K-m)}$ dimana m merupakan banyaknya parameter dalam model.

b. *Distribusi Normal*

Asumsi distribusi normal diperlukan untuk membuktikan residual yang diperoleh sudah berdistribusi normal atau belum. Uji asumsidistribusi normal yang diperlukan yaitu menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*. Berikut adalah hipotesis pada pengujian *Kolmogorov Smirnov*.

$H_0 : F(a_t) = F_0(a_t)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F(a_t) \neq F_0(a_t)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Statistik uji pada uji normalitas ditunjukkan pada Persamaan 2.22 yang dinyatakan dengan “D sama dengan *supremum*, untuk semua nilai residual ke-t, dari nilai mutlak beda $S(a_t) - F_0(a_t)$ ”. Taraf signifikan yang digunakan adalah α sehingga H_0 akan ditolak apabila $D > D_{(1-\alpha, n)}$ (Daniel W. W., 1989).

$$D = \sup_{a,t} |S(a_t) - F_0(a_t)| \quad (2.22)$$

dimana :

$F(a_t)$ = peluang kumulatif residual data yang distribusinya belum diketahui

$F_0(a_t)$ = peluang kumulatif residual data berdistribusi normal

$s(a_t)$ = peluang kumulatif residual data sampel

n = banyaknya data

2.1.5 Pemilihan Model Terbaik

Pada analisis *time series*, terdapat kemungkinan bahwa terdapat lebih dari satu model yang parameternya signifikan dan memenuhi asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal, sehingga diperlukan suatu kriteria tertentu untuk dapat menentukan model yang akan digunakan. Kriteria pemilihan model yang digunakan untuk data *insampel* antara lain *Alkaike's Information Criterion (AIC)* dan *Schwartz's Bayesian Criterion (SBC)* (Wei W. W., 2006). Kriteria untuk data *outsampel* antara lain *Root Mean Square Error (RMSE)* dan *Mean Percentage Absolute Error (MAPE)*. Kriteria pemilihan model terbaik adalah sebagai berikut.

Formula dari kriteria pemilihan model untuk data *insampel* berturut turut *AIC* dan *SBC* ditunjukkan pada Persamaan 2.23 dan Persamaan 2.24. Banyaknya pengamatan dinyatakan dengan n . Nilai M merupakan banyaknya parameter dalam model dan $\hat{\sigma}_\alpha^2$ merupakan estimasi *varians* residual. Pemilihan model terbaik

dari data *in sample* yaitu model yang mempunyai nilai AIC dan SBC yang terkecil (Wei W. W., 2006).

$$AIC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2M \quad (2.23)$$

$$SBC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + M \ln n \quad (2.24)$$

Pada data *out sample* menggunakan kriteria RMSE dan MAPE berturut-turut ditunjukkan dengan Persamaan 2.25 dan Persamaan 2.26. Nilai sebenarnya pada periode ke- t dinotasikan dengan Z_t , sedangkan nilai ramalan pada periode ke- t dinotasikan dengan \hat{Z}_t dan n merupakan banyaknya pengamatan. Sama halnya dengan kriteria *in sample*, model terbaik berdasarkan kriteria *out sample* dipilih model dengan nilai RMSE dan nilai MAPE yang terkecil.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n}} \quad (2.25)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.26)$$

2.2 Bandar Udara Juanda Surabaya

Bandar Udara Juanda merupakan salah satu Bandar Udara Internasional di Indonesia yang terletak di Kabupaten Sidoarjo, sekitar 20 km di sebelah selatan pusat Kota Surabaya. Saat ini, Bandar Udara Juanda beroperasi dibawah kendali PT Angkasa Pura I. Rute-rute tujuan yang paling ramai dalam penerbangan domestik adalah Surabaya - Jakarta, Surabaya - Banjarmasin, Surabaya - Denpasar dan Surabaya - Bandung. Pihak manajemen Bandara Internasional Juanda mengklasifikasikan terminal baik kedatangan maupun keberangkatan menjadi dua macam terminal, yaitu terminal 1 dan terminal 2. Terminal Juanda 1 adalah terminal yang menjadi pintu masuk untuk penerbangan dan pendaratan pesawat domestik dengan jenis maskapai antara lain

Airfast Indonesia, Batik Air, Citilink, Express Air, Kalstar Aviation, Lion Air, Nam Air, Sriwijaya Air, Trigana Air Service, dan Wings Air. Terminal 1 Bandara Juanda terletak di sebelah utara landasan pacu dan mulai dibuka pada tahun 2006 lalu. Terminal Juanda 2 adalah terminal yang banyak melayani penerbangan untuk rute Internasional dengan jenis maskapai AirAsia, Garuda Indonesia, Jetstar, Royal Brunei Airlines, EVA Air, dan Saudia (Boulevard, 2015).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder dari PT Angkasa Pura I (Persero) kantor cabang Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya berdasarkan surat perizinan pengambilan data pada Lampiran 1 dan surat keterangan telah mengikuti *Security clearance* yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Data yang diperoleh adalah data jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik melalui terminal I di Bandar Udara Juanda Surabaya mulai Januari 2010 hingga Desember 2016 yang disajikan pada Lampiran 4. Data yang digunakan telah dinyatakan valid yang dibuktikan dengan surat pernyataan kevalidan data pada Lampiran 3.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel respon yang digunakan pada penelitian ini yaitu variabel jumlah penumpang pesawat. Banyaknya data yang digunakan adalah 84 penumpang pesawat. Data jumlah penumpang pesawat yang digunakan sebagai *in sample* adalah 72 data yaitu mulai bulan Januari 2010 hingga Desember 2015. Sedangkan data jumlah penumpang yang digunakan sebagai *out sample* adalah 12 data yaitu mulai bulan Januari 2016 hingga Desember 2016. Struktur data pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian

Tahun	Bulan	t	Jumlah Penumpang (Z_t)
2010	Januari	1	Z_1
	Februari	2	Z_2
	Maret	3	Z_3

	Oktober	10	Z_{10}
	November	11	Z_{11}
	Desember	12	Z_{12}

Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian (Lanjutan)

Tahun	Bulan	t	Jumlah Penumpang (Z_t)
2011	Januari	13	Z_{13}
	Februari	14	Z_{14}
	Maret	15	Z_{15}

	Oktober	22	Z_{22}
	November	23	Z_{23}
	Desember	24	Z_{24}
...
2016	Januari	73	Z_{73}
	Februari	74	Z_{74}
	Maret	75	Z_{75}

	Oktober	82	Z_{82}
	November	83	Z_{83}
	Desember	84	Z_{84}

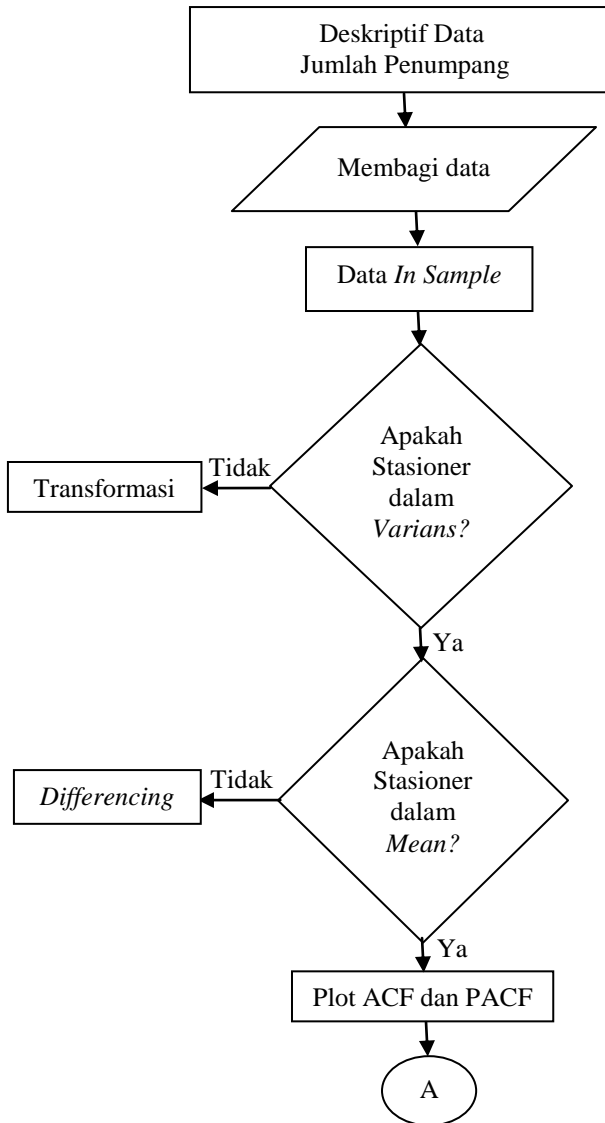
3.3 Langkah Analisis

Metode analisis yang digunakan untuk meramalkan jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya adalah ARIMA *Box-Jenkins*. Adapun tahap analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut.

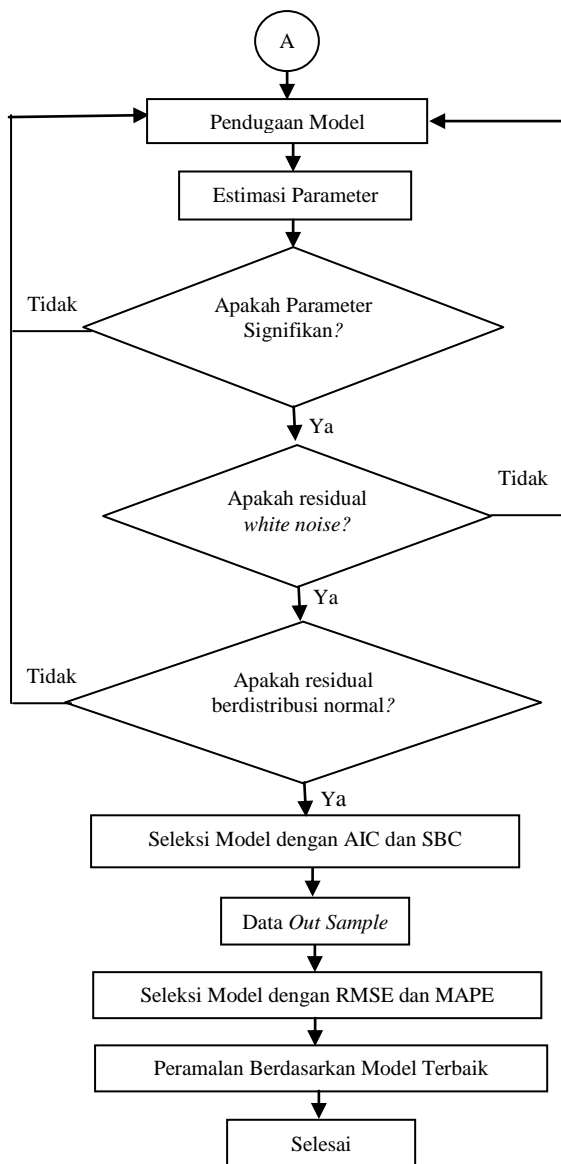
1. Melakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda.
2. Membagi data jumlah penumpang pesawat menjadi data *in sample* dan *out sample*.
3. Mengaplikasikan metode ARIMA pada data *in sample* untuk membangkitkan model.
 - a. Melakukan identifikasi model untuk mengetahui kestasioneran data dengan cara membuat plot *time series*, kemudian dilanjutkan membuat plot ACF dan PACF untuk data yang stasioner.
 - b. Estimasi parameter dan pengujian signifikansi parameter.

- c. Melakukan pengujian asumsi untuk mengetahui apakah residual data memenuhi asumsi distribusi normal dan asumsi *white noise*.
 - d. Identifikasi kriteria kebaikan model berdasarkan nilai AIC dan SBC.
- 4. Mengaplikasikan metode ARIMA pada data *out sample* untuk mendapatkan ramalan jumlah penumpang pesawat.
 - a. Melakukan identifikasi model pada data gabungan *in sample* dan *out sample*.
 - b. Estimasi parameter dan pengujian signifikansi parameter pada data gabungan *in sample* dan *out sample*.
 - c. Melakukan pengujian asumsi, untuk mengetahui apakah residual data memenuhi asumsi distribusi normal dan *white noise* pada data *in sample* dan *out sample*.
 - d. Identifikasi kriteria kebaikan model berdasarkan nilai RMSE dan MAPE.
 - e. Melakukan peramalan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya tahun 2017 berdasarkan model ARIMA yang terbaik.

Langkah analisis dari peramalan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya ini akan dijelaskan kembali dengan diagram alir pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir (Lanjutan)

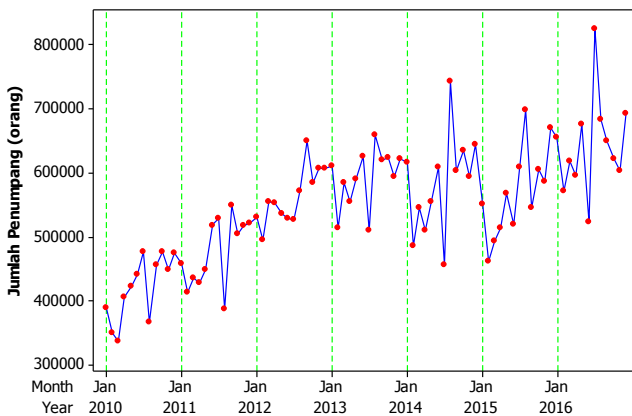
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil analisis peramalan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda menggunakan ARIMA *Box-Jenkins*. Pembahasan dimulai dengan analisis statistika deskriptif untuk mengetahui karakteristik jumlah penumpang, kemudian dilanjutkan dengan pemodelan dan peramalan jumlah penumpang menggunakan ARIMA *Box-Jenkins*.

4.1 Karakteristik Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya

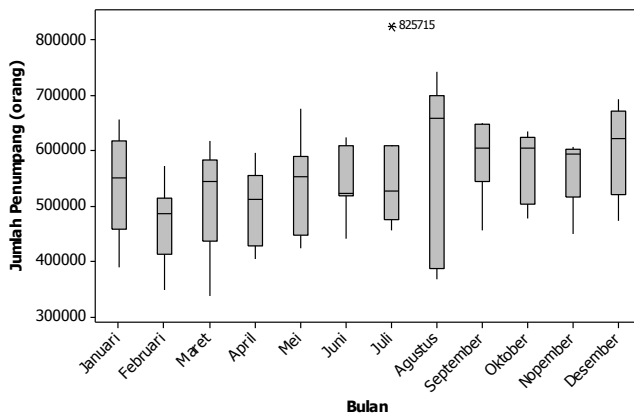
Analisis yang dilakukan yaitu menggunakan data jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya setiap bulan, dari Januari 2010 hingga Desember 2016. Berikut karakteristik jumlah penumpang melalui visualisasi *Time Series Plot* dan *Boxplot*.



Gambar 4.1 *Time Series Plot* Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda

Gambar 4.1 merupakan *time series plot* jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar

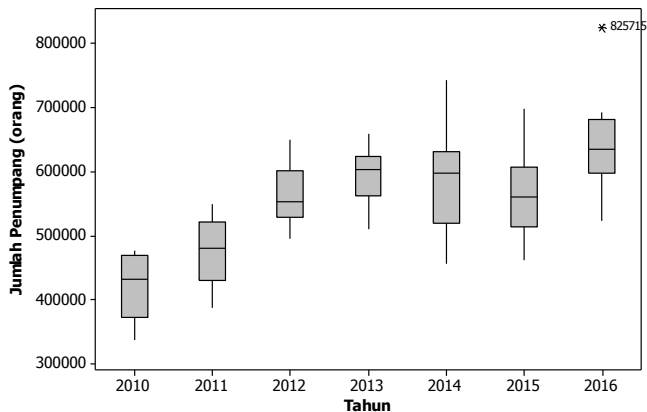
Udara Juanda Surabaya periode 2010 sampai dengan 2016. Dapat diketahui bahwa jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Juanda cenderung meningkat setiap bulan dan tahunnya. Pada periode 2014 sampai dengan 2016 jumlah penumpang pesawat cenderung fluktuatif. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui pula bahwa terdapat jumlah penumpang pesawat yang mengalami kenaikan secara ekstrim yaitu pada bulan Agustus 2014 dan Juli 2016. Kenaikan yang sangat ekstrim terjadi pada Juli 2016 karena pada periode tersebut merupakan bulan Hijriah dimana hari Raya Idul Fitri jatuh pada 28 Juli 2016, sehingga terjadi lonjakan penumpang pada bulan tersebut. Selain itu karakteristik penumpang pesawat secara rata-rata setiap bulan ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Boxplot* Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Setiap Bulan

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dikatakan bahwa pergerakan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya mengalami kenaikan setiap bulannya. Jumlah penumpang tertinggi terjadi pada bulan Juli mencapai 825.715 orang, sedangkan terendah terjadi pada bulan Maret sebanyak 337.764 orang. Keragaman jumlah penumpang pesawat Bandar Udara

Juanda tertinggi ada pada bulan Agustus, pada Gambar 4.3 diketahui bahwa bulan Agustus mempunyai *range* terpanjang bila dibandingkan dengan bulan lainnya. Jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Juanda pada bulan Agustus dari tahun ke tahun beragam. Selanjutnya akan ditampilkan karakteristik jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Juanda Surabaya setiap tahunnya berikut.



Gambar 4.3 Boxplot Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Setiap Tahun

Sama halnya dengan pergerakan jumlah penumpang setiap bulannya, bahwa pergerakan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya setiap tahunnya mengalami kenaikan yang cukup signifikan (Gambar 4.3). Kenaikan jumlah penumpang pesawat yang signifikan terjadi mulai 2010 sampai dengan 2013, setelah itu pada periode 2014 hingga 2015 mengalami penurunan dan pada periode 2016 jumlah penumpang Bandar Udara Juanda mengalami kenaikan yang signifikan dari tahun sebelumnya. Pada periode 2014 sampai dengan 2016 jumlah penumpang pesawat Bandar Udara Juanda cenderung fluktuatif. Menurut General Manajer PT. Angkasa Pura I volume penumpang tahun 2014 menurun 2% dibanding tahun sebelumnya, hal tersebut bukan

disebabkan karena momentum jatuhnya pesawat AirAsia QZ8501 melainkan karena banyak faktor lainnya yaitu bahwa pada tahun 2014 mulai dibukanya Terminal II (T II) yang merupakan pintu gerbang khusus untuk penerbangan Internasional. Meletusnya gunung Kelud pada 13 Februari juga berdampak besar terhadap jumlah penumpang Bandar Udara Juanda. selain itu, disebabkan juga karena melemahnya nilai tukar rupiah terhadap dolar AS serta naiknya harga BBM dan tarif listrik. Liburan natal tahun 2014 dan tahun 2015 memang terlihat ada kenaikan jumlah penumpang, akan tetapi tidak membawa dampak besar bagi pergerakan jumlah penumpang tahun 2014. Pada tahun 2015 dari (Gambar 4.3) diketahui bahwa terjadi penurunan jumlah penumpang dari tahun sebelumnya. Menurut Kepala Pusat Komunikasi Publik Kemenhub J.A Barata menjelaskan bahwa turunnya pamor Juanda pada tahun 2015 lebih dipicu oleh geliat pariwisata di Jatim. Saat itu tidak terjadi masalah dengan Bandar Udara Juanda Surabaya namun hanya perlu perbaikan yang terkait masalah *runway*. Seperti yang dilaporkan BPS Jatim, angka kunjungan turis asing ke Jtim melalui Bandar Udara Juanda Surabaya pada Februari 2015 hanya 14.003 penumpang, turun 15% dari Januari.

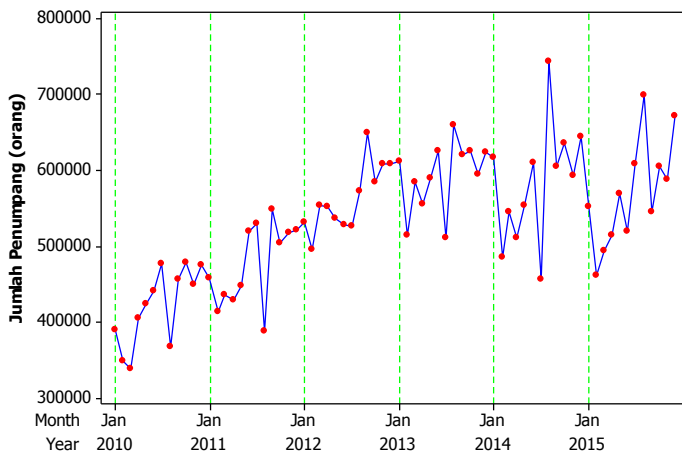
4.2 Peramalan Jumlah Penumpang Di Bandar Udara Juanda Surabaya

Dalam meramalkan jumlah penumpang terdapat beberapa tahap yang dilakukan. tahap yang pertama yaitu membagi data menjadi *in sample* dan *out sample*. Data *in sample* digunakan untuk membangun model ARIMA sedangkan data *out sample* digunakan untuk validasi dan meramalkan jumlah penumpang. Tahap selanjutnya yaitu identifikasi *time series plot* untuk mengetahui stasioneritas (*mean* dan *varians*), selanjutnya melakukan identifikasi model dengan membuat plot ACF dan PACF. Setelah itu, melakukan estimasi parameter dengan menguji signifikansi parameter model. Apabila parameter signifikan maka dilakukan pengujian asumsi residual *white noise* dan normalitas. Jika ditemukan beberapa model yang signifikan

dan memenuhi semua asumsi residual maka dilakukan validasi model berdasarkan *error* terkecil. Setelah diperoleh model terbaik maka dilakukan peramalan jumlah penumpang tahun 2017.

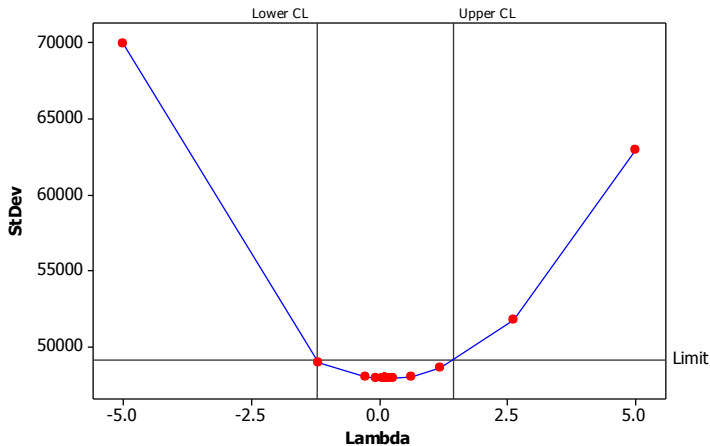
4.2.1 Identifikasi Model ARIMA

Pada tahap identifikasi ini ada beberapa tahap yang dilakukan diantaranya yaitu melihat pola berdasarkan *time series plot* data *in sample* dan membuat plot ACF dan PACF pada data yang stasioner. Berikut adalah *time series plot* dari data *in sample* jumlah penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya.



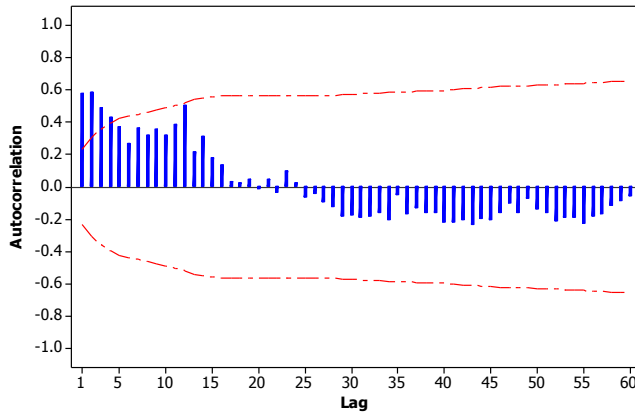
Gambar 4.4 *Time Series Plot* Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya cenderung naik dan fluktuatif dari tahun 2010 hingga tahun 2015 yang merupakan data *in sample*. Fluktuasi data jumlah penumpang tersebut tidak berada pada nilai rata-rata yang konstan sehingga terdapat indikasi bahwa data tidak stasioner dalam *mean*. Sebelum pada pemeriksaan stasioneritas dalam *mean*, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan stasioneritas *varians* menggunakan *Box-cox* berikut.



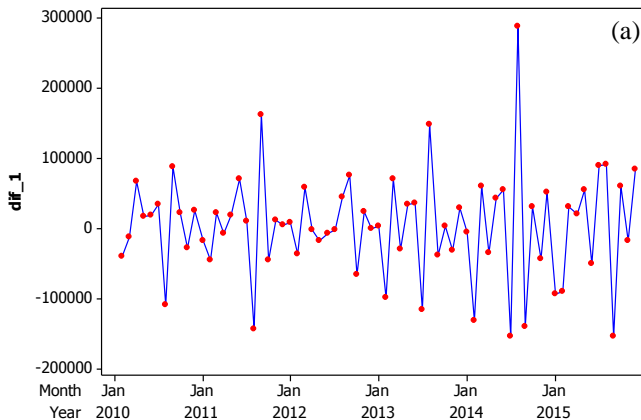
Gambar 4.5 *Box-Cox* Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda

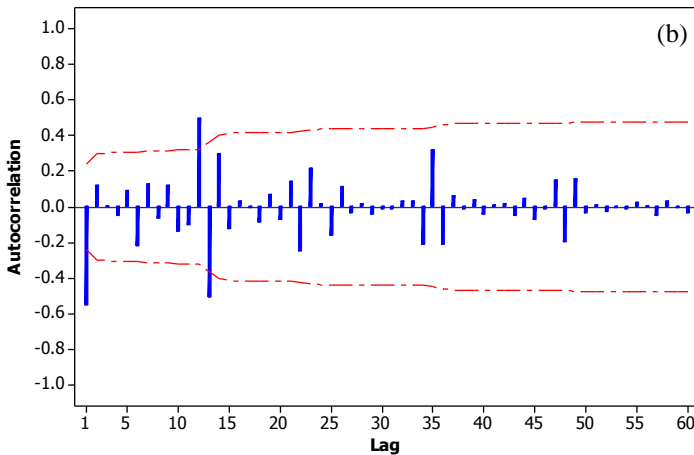
Nilai *rounded value* atau *lambda* yang diperoleh dari pemeriksaan *Box-Cox* jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya yang menghasilkan *standar deviasi* paling minimum pada Gambar 4.5 adalah *lambda* sebesar 0,00. Batas bawah dan batas atas pada pemeriksaan *Box-Cox* jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya berturut-turut sebesar -1,21 dan 1,44 yang sudah melewati 1. Kesimpulan dari pemeriksaan *Box-Cox* tersebut adalah jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya sudah stasioner dalam *varians*. Berdasarkan *time series plot* data *in sample* (Gambar 4.4) menunjukkan bahwa data tidak stasioner dalam *mean*. Kestasioneran dalam *mean* dapat dilihat berdasarkan plot ACF pada Gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Plot ACF Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya

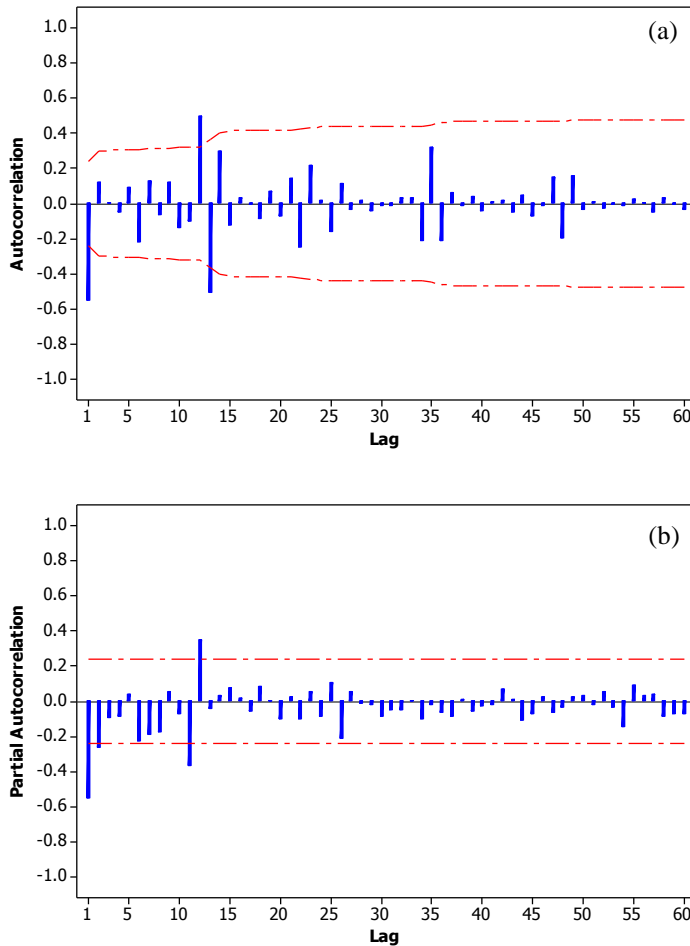
Gambar 4.6 menunjukkan bahwa jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya belum stasioner dalam *mean*, karena lag-lag pada plot ACF masih turun lambat. Oleh karena itu perlu dilakukan *differencing* yang didapatkan berdasarkan Persamaan 2.1. Berikut adalah *time series plot* setelah dilakukan *differencing* pada lag 1.





Gambar 4.7 Time Series Plot dan Plot ACF Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya Setelah Differencing Lag 1: Time Series Plot (a), Plot ACF (b)

Gambar 4.7 (a) menunjukkan bahwa pola jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya setelah dilakukan proses *differencing* pada lag 1 sudah stasioner dalam *mean*, karena plot-plotnya berfluktuasi disekitar garis *mean*. Selain itu, jika dilihat berdasarkan plot ACF pada Gambar 4.7 (b), lag-lag pada plot ACF tersebut sudah turun cepat. Setelah diperoleh hasil bahwa jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda stasioner dalam *varians* dan *mean*, maka selanjutnya dilakukan identifikasi model untuk mendapatkan model dugaan ARIMA. Identifikasi model ARIMA dapat diketahui berdasarkan plot ACF dan PACF. Berikut adalah plot ACF dan PACF jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda setelah dilakukan proses *differencing* pada lag 1.



Gambar 4.8 Plot ACF dan PACF Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya Setelah Differencing: Plot ACF (a), Plot PACF (b)

Gambar 4.8 (a) lag-lag yang signifikan pada plot ACF adalah lag 1, 12 dan 13 yang nantinya akan digunakan untuk menduga model MA (*Moving Average*), sedangkan (b) terdapat 3 lag yang paling signifikan pada plot PACF yaitu lag 1, 11 dan 12

yang akan digunakan untuk menduga model AR (*Autoregressive*). Model dugaan yang terbentuk berdasarkan plot ACF dan PACF yang sudah stasioner pada Gambar 4.8 setelah mengalami *differencing* lag 1 yaitu ARIMA (1,1,0), ARIMA ([1,12],1,0), ARIMA ([11,12],1,0) dan ARIMA (0,1,[1,12,13]), ARIMA ([12],1,1), ARIMA ([12],1,[13]) dan ARIMA ([11,12],1,1) dengan mengacu pada karakteristik teoritis plot ACF dan PACF pada Tabel 2.2.

4.2.2 Estimasi Dan Pengujian Signifikansi Parameter

Beberapa model dugaan yang telah didapatkan pada tahap identifikasi model akan dilakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter pada masing-masing model tersebut. Pengujian parameter model dinyatakan dengan hipotesis berikut.

$H_0 : \phi_p = 0$ atau $\theta_q = 0$ (parameter AR atau MA tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \phi_p \neq 0$ atau $\theta_q \neq 0$ (parameter AR atau MA signifikan dalam model)

Dengan taraf signifikan sebesar 5% maka H_0 akan ditolak apabila $|t_{hitung}| > t_{0,05/2, n-p-q}$. Hasil estimasi dan pengujian signifikansi parameter ditunjukkan pada Tabel 4.1 dengan mengacu *output* pada Lampiran 6 yang diperoleh melalui *syntax* pada lampiran 5.

Tabel 4.1 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMA

Model Dugaan	Parameter	Estimasi	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
ARIMA (1,1,0)	ϕ_1	-0,5589	-5,56	1,9944	Signifikan
ARIMA ([1,12],1,0)	ϕ_1	-0,4682	-5,80	1,9949	Signifikan
	ϕ_{12}	0,5318	5,98	1,9949	Signifikan
ARIMA ([11,12],1,0)	ϕ_{11}	0,3296	2,49	1,9949	Signifikan
	ϕ_{12}	0,6705	5,00	1,9949	Signifikan

Tabel 4.1 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter Model ARIMA
(Lanjutan)

Model Dugaan	Parameter	Estimasi	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
ARIMA (0,1,[1,12,13])	θ_1	0,7366	8,86	1,9955	Signifikan
	θ_{12}	-0,7266	-6,45	1,9955	Signifikan
	θ_{13}	0,5652	4,35	1,9955	Signifikan
ARIMA ([12],1,1)	ϕ_{12}	0,7018	6,19	1,9949	Signifikan
	θ_1	0,7846	10,20	1,9949	Signifikan
ARIMA ([12],1,[13])	ϕ_{12}	0,4664	3,69	1,9949	Signifikan
	θ_{13}	0,4722	3,23	1,9949	Signifikan
ARIMA ([11,12],1,1)	ϕ_{11}	0,2750	2,49	1,9955	Signifikan
	ϕ_{12}	0,7250	6,47	1,9955	Signifikan
	θ_1	0,6262	5,57	1,9955	Signifikan

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa semua nilai absolut t_{hitung} pada ke-tujuh model dugaan lebih besar dari nilai t_{tabel} pada masing-masing model atau menghasilkan keputusan H_0 ditolak. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa semua parameter pada masing-masing model dugaan telah signifikan. Oleh karena itu semua model dugaan tersebut dapat digunakan dan akan melewati tahap selanjutnya untuk mendapatkan satu model yang terbaik untuk meramalkan jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya.

4.2.3 Pengujian Asumsi Residual

Beberapa model dugaan yang signifikan selanjutnya akan dilakukan pengujian terhadap residual pada masing-masing model dugaan tersebut. Asumsi residual yang harus dipenuhi dalam ARIMA yaitu residual *white noise* dan berdistribusi normal. Pengujian asumsi *white noise* menggunakan uji *Ljung-Box* dengan hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : \rho_{a1} = \rho_{a2} = \dots = \rho_{ak} = 0$ (residual memenuhi syarat *white noise*)

H_1 : minimal ada satu $\rho_{ak} \neq 0, k=1, 2, \dots, K$ (residual tidak memenuhi syarat *white noise*)

Dengan taraf signifikan (α) sebesar 5%, maka H_0 ditolak apabila $Q > \chi^2_{(\alpha, K-m)}$. Hasil pengujian asumsi *white noise* pada model yang signifikan ditampilkan pada Tabel 4.2 dengan mengacu *output* pada lampiran 6 yang diperoleh melalui *syntax* pada lampiran 5.

Tabel 4.2 Pengujian Asumsi *White Noise* Pada Model ARIMA yang Signifikan

Model Dugaan	Lag	χ^2	Df	χ^2_{tabel}	Keputusan
ARIMA (1,1,0)	6	10,36	5	11,071	<i>White Noise</i>
	12	37,06	11	19,675	Tidak <i>White Noise</i>
	18	47,82	17	27,587	Tidak <i>White Noise</i>
	24	59,51	23	35,172	Tidak <i>White Noise</i>
ARIMA ([1,12],1,0)	6	7,81	4	9,488	<i>White Noise</i>
	12	12,03	10	18,307	<i>White Noise</i>
	18	13,53	16	26,296	<i>White Noise</i>
	24	18,86	22	33,924	<i>White Noise</i>
ARIMA ([11,12],1,0)	6	29,76	4	9,488	Tidak <i>White Noise</i>
	12	37,52	10	18,307	Tidak <i>White Noise</i>
	18	57,52	16	26,296	Tidak <i>White Noise</i>
	24	67,82	22	33,924	Tidak <i>White Noise</i>

Tabel 4.2 Pengujian Asumsi *White Noise* Pada Model ARIMA yang Signifikan (Lanjutan)

Model Dugaan	Lag	χ^2	Df	χ^2_{tabel}	Keputusan
ARIMA (0,1,[1,12,13])	6	4,09	3	7,815	<i>White Noise</i>
	12	6,35	9	16,919	<i>White Noise</i>
	18	14,81	15	24,996	<i>White Noise</i>
	24	25,05	21	32,671	<i>White Noise</i>
ARIMA ([12],1,1)	6	2,63	4	9,4877	<i>White Noise</i>
	12	5,95	10	18,3070	<i>White Noise</i>
	18	12,98	16	26,2962	<i>White Noise</i>
	24	20,88	22	33,9244	<i>White Noise</i>
ARIMA ([12],1,[13])	6	19,07	4	9,4877	Tidak <i>White Noise</i>
	12	21,36	10	18,3070	Tidak <i>White Noise</i>
	18	26,34	16	26,2962	Tidak <i>White Noise</i>
	24	39,00	22	33,9244	Tidak <i>White Noise</i>
ARIMA ([11,12],1,1)	6	5,87	3	7,815	<i>White Noise</i>
	12	8,85	9	16,919	<i>White Noise</i>
	18	18,16	15	24,996	<i>White Noise</i>
	24	25,28	21	32,671	<i>White Noise</i>

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa ada 4 model yang memenuhi asumsi residual *white noise*. Asumsi model tersebut terpenuhi karena nilai χ^2_{hitung} yang diperoleh berdasarkan Persamaan 2.21 lebih kecil dari nilai χ^2_{tabel} pada masing-masing model. Model yang memenuhi asumsi residual *white noise* selanjutnya dilakukan pengujian asumsi residual berdistribusi normal menggunakan pengujian *Kolmogorov Smirnov* dengan hipotesis berikut.

$H_0 : F(a_t) = F_0(a_t)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F(a_t) \neq F_0(a_t)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Dengan taraf signifikan (α) sebesar 5% maka H_0 akan ditolak apabila nilai statistik uji $D > D_{(1-\alpha, n)}$. Hasil Pengujian asumsi residual berdistribusi normal ditunjukkan pada Tabel 4.3 2 dengan mengacu *output* pada lampiran 6 yang diperoleh melalui *syntax* pada lampiran 5.

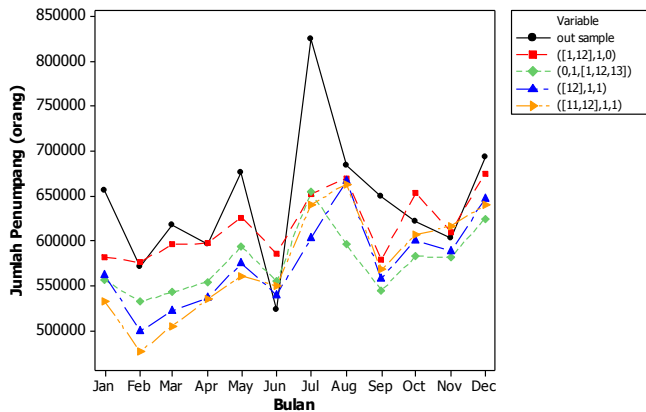
Tabel 4.3 Pengujian Asumsi Distribusi Normal Pada Model ARIMA

Model Dugaan	D_{hitung}	D_{tabel}	Keputusan
ARIMA ([1,12],1,0)	0,0532	0,1614	Berdistribusi Normal
ARIMA (0,1,[1,12,13])	0,0612	0,1614	Berdistribusi Normal
ARIMA ([12],1,1)	0,0893	0,1614	Berdistribusi Normal
ARIMA ([11,12],1,1)	0,0506	0,1614	Berdistribusi Normal

Tabel 4.3 memberikan keputusan H_0 gagal ditolak karena , semua nilai D_{hitung} atau statistik uji *Kolmogorov Smirnov* pada masing-masing model yang diperoleh berdasarkan Persamaan 2.22 lebih kecil dari nilai $D_{0.95;71}$ sebesar 0,1614. Keputusan tersebut menunjukkan bahwa residual pada ARIMA ([1,12],1,0), ARIMA (0,1,[1,12,13]), ARIMA ([12],1,1) dan ARIMA ([11,12],1,1) telah memenuhi asumsi residual berdistribusi normal berdasarkan uji *Kolmogorov Smirnov*.

4.2.4 Pemilihan Model Terbaik

Setelah didapatkan model yang signifikan serta memenuhi asumsi residual berdistribusi normal dan *white noise*, maka dilakukan pemilihan model terbaik. Berikut perbandingan antara hasil ramalan dari data *in sample* dengan data aktual *out sample*.



Gambar 4.9 Perbandingan Ramalan *In Sample* dan Data Aktual *Out Sample*

Gambar 4.9 menunjukkan perbandingan antara data aktual dan ramalan pada masing-masing model yang didapatkan. Keempat model memiliki kecenderungan pola yang hampir sama dengan data aktual *out sample* jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya. Tahap selanjutnya akan dilakukan perhitungan kriteria model terbaik berdasarkan *error* terkecil dari data *in sample* dan *out sample* jumlah penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya. Hasil kriteria pemilihan model terbaik disajikan pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Kriteria Pemilihan Model Terbaik

Model	<i>In Sample</i>		<i>Out Sample</i>	
	AIC	SBC	RMSE	MAPE
ARIMA ([1,12],1,0)	1.739,974	1744,499	63748,559	6,479
ARIMA (0,1,[1,12,13])	1737,440	1744,228	82307,476	10,737
ARIMA ([12],1,1)	1734,869	1739,395	90559,123	10,568
ARIMA ([11,12],1,1)	1732,438	1739,226	90991,200	11,368

Tabel 4.4 menunjukkan hasil perhitungan kriteria pemilihan model terbaik. Berdasarkan kriteria *in sample* yaitu AIC dan SBC dengan mengacu pada lampiran 5 menunjukkan model terbaik adalah model ARIMA ([11,12],1,1), sedangkan untuk kriteria *out sample* yaitu RMSE dan MAPE yang diperoleh dengan menggunakan Persamaan 2.25 dan 2.26 dan hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 7 menunjukkan model terbaik adalah model ARIMA ([1,12],1,0). Kriteria *in sample* hanya digunakan untuk melihat secara umum akurasi model yang telah didapatkan, sedangkan untuk pemilihan model terbaik untuk peramalan digunakan kriteria *out sample* yaitu untuk menguji apakah akurasi model tersebut benar meskipun digunakan diluar data pembentuk model. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya adalah model ARIMA ([1,12],1,0). Model yang terpilih merupakan model yang mengalami *differencing* pada lag 1, sehingga pada model ARIMA tidak mempunyai konstanta. Berdasarkan Persamaan umum AR 2.9, maka bentuk umum model ARIMA ([1,12],1,0) dengan *differencing* pada lag 1 dapat diuraikan menjadi persamaan model ARIMA berikut ini.

$$\phi_p(B)(1-B)^d \dot{Z}_t = a_t$$

$$\phi_2(B)(1-B)^1 \dot{Z}_t = a_t$$

$$(1-B-\phi_1 B+\phi_1 B^2-\phi_{12} B^{12}+\phi_{12} B^{13}) \dot{Z}_t = a_t$$

$$\dot{Z}_t - B\dot{Z}_t - \phi_1 B\dot{Z}_t + \phi_1 B^2\dot{Z}_t - \phi_{12} B^{12}\dot{Z}_t + \phi_{12} B^{13}\dot{Z}_t = a_t$$

$$\dot{Z}_t - \dot{Z}_{t-1} - \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \phi_1 \dot{Z}_{t-2} - \phi_{12} \dot{Z}_{t-12} + \phi_{12} \dot{Z}_{t-13} = a_t$$

$$\dot{Z}_t = \dot{Z}_{t-1} + \phi_1 \dot{Z}_{t-1} - \phi_1 \dot{Z}_{t-2} + \phi_{12} \dot{Z}_{t-12} - \phi_{12} \dot{Z}_{t-13} + a_t$$

$$(z_t - \mu) = (Z_{t-1} - \mu) + \phi_1 (Z_{t-1} - \mu) - \phi_1 (Z_{t-2} - \mu) + \phi_{12} (Z_{t-12} - \mu) - \phi_{12} (Z_{t-13} - \mu) + a_t$$

$$z_t = Z_{t-1} + \phi_1 Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + \phi_{12} Z_{t-12} - \phi_{12} Z_{t-13} + a_t$$

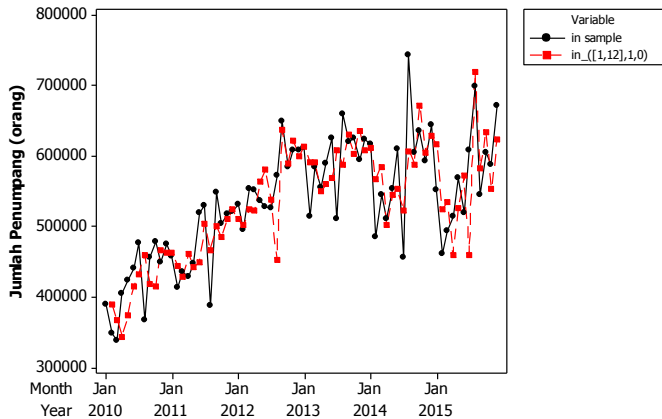
$$z_t = (1 + \phi_1) Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + \phi_{12} Z_{t-12} - \phi_{12} Z_{t-13} + a_t$$

Berdasarkan nilai estimasi parameter model ARIMA $([1,12],1,0)$ yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 maka diperoleh model ARIMA sebagai berikut.

$$z_t = 0,5318Z_{t-1} + 0,4682Z_{t-2} + 0,5318Z_{t-12} - 0,5318Z_{t-13} + a_t.$$

Berdasarkan model matematis tersebut diketahui bahwa peramalan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya dipengaruhi oleh 1, 2, 12 dan 13 bulan sebelumnya, serta dipengaruhi kesalahan peramalan pada bulan ke- t .

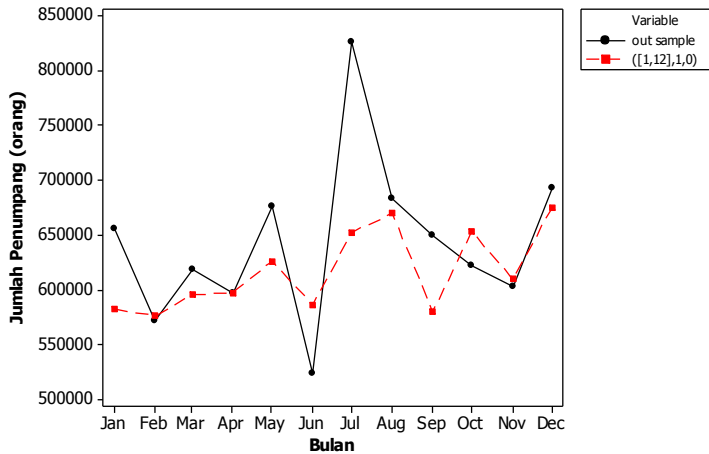
Setelah mengetahui model terbaik dari jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya, maka selanjutnya adalah melihat grafik perbandingan antara data aktual dengan *forecast* dari model yang telah didapatkan untuk *in sample* dan *out sample*.



Gambar 4.10 Time Series Plot Data Aktual vs Forecast In Sample

Gambar 4.10 menunjukkan plot aktual dibandingkan dengan *forecast* pada data *in sample*. Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa model yang didapatkan yaitu model ARIMA $([1,12],1,0)$ telah menggambarkan data aktual secara baik, terlihat bahwa plot *forecast* mendekati plot aktual

jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya.

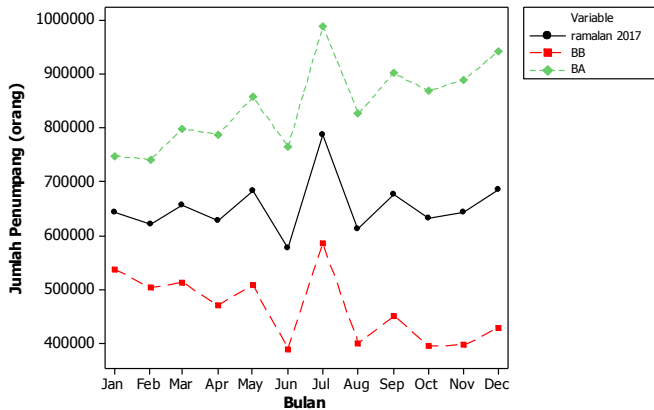


Gambar 4.11 Time Series Plot Data Aktual vs Forecast Out Sample

Pada data *out sample* yang terdapat pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa plot data aktual dengan *forecast* sedikit mempunyai perbedaan. Data aktual memiliki fluktuasi yang tinggi, sedangkan pada data *forecast* memiliki fluktuasi yang rendah. Model yang didapatkan yaitu ARIMA $([1,12],1,0)$ belum bisa menangkap pola data yang terlalu ekstrim pada data *out-sample* jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya.

4.2.5 Peramalan

Model terbaik untuk meramalkan jumlah penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya adalah ARIMA $([1,12],1,0)$. Peramalan dilakukan selama 1 tahun kedepan yaitu mulai Januari sampai dengan Desember 2017 berikut ini.



Gambar 4.12 Time Series Plot Ramalan Jumlah Penumpang Pesawat Tahun 2017

Gambar 4.12 menunjukkan hasil ramalan jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya pada periode 2017. Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa ramalan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya pada tahun 2017 memiliki fluktuasi yang cukup tinggi. Perkiraan bulan Juli 2017 akan terjadi lonjakan penumpang dari bulan sebelumnya.

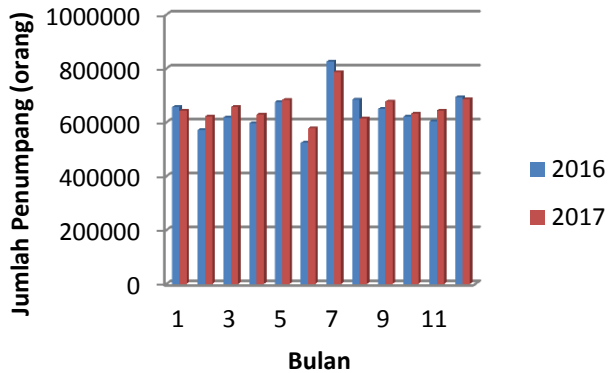
Tabel 4.5 Nilai Ramalan Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya Periode 2017

Bulan	BB	Nilai Ramalan	BA
Januari	537.507	642.728	747.948
Februari	502.747	621.780	740.814
Maret	513.467	656.333	799.199
April	470.268	628.494	786.720
Mei	509.151	683.483	857.815
Juni	388.907	577.047	765.188
Juli	585.657	787.067	988.476
Agustus	399.474	613.149	826.824

Tabel 4.5 Nilai Ramalan Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda Surabaya Periode 2017 (Lanjutan)

Bulan	BB	Nilai Ramalan	BA
September	451.430	676.786	902.141
Oktober	395.906	632.329	868.752
November	396.310	643.321	890.333
Desember	428.558	685.715	942.872

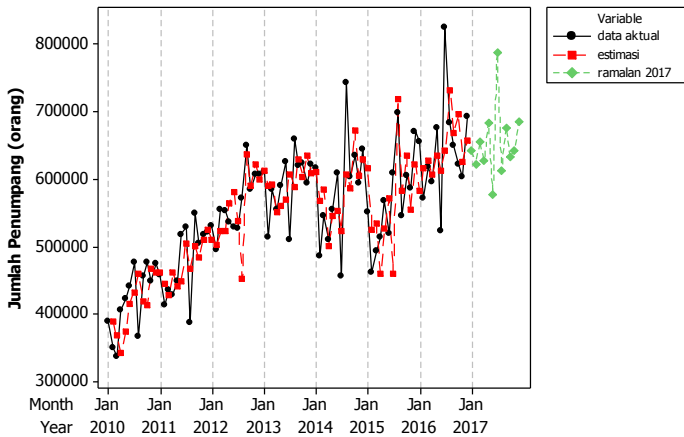
Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa ramalan jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya menggunakan ARIMA $([1,12],1,0)$ yang dapat dilihat pada Lampiran 8 terbanyak diprediksi akan terjadi pada bulan Juli 2017 mencapai 787.067 orang. Jumlah penumpang terendah diprediksi terjadi pada bulan Juni 2017 dengan jumlah penumpang sebanyak 577.047 orang. Diperkirakan rata-rata jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya sebesar 654.019 orang. Perbandingan hasil ramalan jumlah penumpang tahun 2017 dengan satu tahun sebelumnya yaitu tahun 2016 ditunjukkan dalam Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Juanda Surabaya Tahun 2016 dan Ramalan Tahun 2017

Gambar 4.13 menunjukkan perbandingan nilai ramalan jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya pada tahun 2017 dengan jumlah penumpang pesawat tahun sebelumnya yaitu tahun 2016. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa banyaknya jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya pada tahun 2017 memiliki pola fluktuasi yang sama dengan tahun 2016. Ada beberapa bulan di tahun 2017 yang memiliki jumlah penumpang lebih rendah dari tahun sebelumnya yaitu bulan Januari, Juli, Agustus dan Desember. Diperkirakan bahwa jumlah penumpang pesawat tertinggi pada tahun 2017 yaitu pada bulan Juli, sedangkan jumlah penumpang pesawat terendah terjadi pada bulan agustus.

Untuk mengetahui plot jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya dengan ramalan, maka digunakan grafik yang menjelaskan data *in sample*, *out sample*, dan nilai ramalannya.



Gambar 4.14 *Time Series Plot* Jumlah Penumpang Bandar Udara Juanda dan Hasil Ramalannya

Gambar 4.14 menunjukkan plot data jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya periode Januari 2010 sampai dengan Desember 2016 dan juga menunjukkan plot ramalan jumlah penumpang pada bulan Januari sampai dengan Desember 2017. Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa hasil ramalan jumlah penumpang yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya pada tahun 2017 memiliki fluktuasi cenderung naik. Hasil ramalan tahun 2017 mengikuti pola jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya pada tahun sebelumnya. Kenaikan yang ekstrim diprediksi terjadi pada bulan Juli 2017.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan peramalan jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya menggunakan ARIMA *Box-Jenkins* yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan bahwa model terbaik dari jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya adalah ARIMA $([1,12],1,0)$. Diperkirakan bahwa jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda tertinggi terjadi pada bulan Juli sedangkan terendah terjadi pada bulan Juni 2017.

5.2 Saran

Saran untuk PT Angkasa Pura I (Persero) kantor cabang Surabaya setelah mengetahui prediksi jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada penerbangan domestik untuk periode 2017 adalah :

1. Memperhatikan periode yang mempunyai nilai ramalan rendah supaya tetap tidak mengurangi fasilitas dan keamanan serta kenyamanan ruang tunggu Bandar Udara.
2. Periode Juli 2017 diprediksi akan terjadi lonjakan penumpang yang tinggi dibandingkan bulan sebelumnya sehingga AP I harus memperketat sistem keamanan dengan cara meningkatkan jumlah petugas dan sistem keamanan Bandara yang berasal dari TNI dan Polri. Selain itu pihak Bandar Udara dapat menambah waktu operasional Bandara jika terjadi kenaikan jumlah penumpang pesawat.
3. Bagi Angkasa Pura I sebaiknya menggunakan data mingguan supaya bisa diketahui pola jumlah penumpang terutama saat acara keagamaan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Boulevard. (2015). *Bandar Udara Juanda Terminal I*. Diakses pada 28 Desember 2016, dari website Bandara Juanda, Info Penerbangan Dan Akomodasi Surabaya: <http://www.juandaairport.com/2015/10/juanda-terminal-1.html>
- Chaniago, A. (2016). *Bandara Juanda Raih Peringkat 1 pengelolaan Bandara Terbaik*. Diakses pada 29 Desember 2016, dari website Indonesia Images: www.indonesiainages.net/bandara-juanda-raihperingkat-1-pengelolaan-bandara-terbaik/
- Cryer, J. D., & Chan, K. S. (2008). *Time Series Analysis with Application in R*. New York: Springer.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Alih Bahasa Alex Tri Kantjono W. Jakarta: P. T Gramedia.
- Eliza, I. (2011). *Peramalan Jumlah Penumpang Airlines PT. Angkasa Pura II Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru Dengan ARIMA*. Pekanbaru: Tugas Akhir Mahasiswa SI UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- Huda, A. M. (2009). *Peramalan Jumlah Frekuensi Penumpang Pesawat Terbang Domestik Di Bandara Udara Juanda Dengan Menggunakan Metode ARIMA Dan Fungsi Trnsfer*. Surabaya: Tugas Akhir Mahasiswa S1 Statistika ITS.
- Kamil, M. I. (2006). *Pemodelan Dan Peramalan Jumlah Penumpang Dan Pesawat Di Terminal Kedatangan Internasional Bandara Juanda Surabaya Dengan Metode Variasi Kalender*. Surabaya: Tugas Akhir Mahasiswa Statistika ITS.
- Lumbantobing, M. (2008). *Peramalan Nilai Penjualan Energi Listrik Di PT. PLN (Persero) Cabang Binjai Untuk Tahun 2008*. Medan: Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Sumatera Utara.

- Makridakis, S., Wright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan, Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga, Alih Bahasa : Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith.
- MenHub. (2016). *Moda Dan Sarana Disiapkan-Keselamatan Diutamakan*. Diakses pada 29 Desember 2016, dari website Presiden RI.go.id: www.presidentri.go.id/topik-aktual/moda-dan-sarana-disiapkan-keselamatan-diutamakan
- Novalius, F. (2016). *Bandara juanda Surabaya Paling Banyak Berangkatkan Penumpang*. Diakses pada 29 Desember 2016, dari website Okezone Finance: <http://economy.okezone.com/read/2016/09/01/320/1478681/bandara-juanda-surabaya-paling-banyak-berangkatkan-penumpang>
- Tarigan, P. S. (2009). *Peramalan Jumlah Penumpang Domestik Pada PT. Angkasa Pura II Bandara Polonia Medan Tahun 2010-2011*. Medan: Tugas Akhir Mahasiswa SI USU Medan.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods*. California: Person Addison Wesley.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Ijin Data Tugas Akhir



Juanda
PT. Angkasa Pura I (Persero)
Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Juanda
Surabaya 61153 A
tel : 031-2986200 fax : 031-8667506
email : sub@angkaspura1.co.id
web : juanda-airport.com

Nomor : AP.I 313 /DL.09/ 2017/SUB.AP
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Ijin Data Tugas Akhir

KEPADA YTH. :
Ketua
Jurusan Statistika
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Di -
SURABAYA

Menunjuk Surat Ketua Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya nomor : 000045/IT2.VI.1.3/TU.00.09/2017 tanggal 03 Januari 2017 perihal permohonan ijin tugas akhir atas nama:

Erly Indah Cahyati

NRP. 1314030051

Pada prinsipnya kami dapat menerima pelaksanaan untuk permohonan data tugas akhir mahasiswa tersebut terhitung mulai tanggal 03 April 2017 s.d. 07 April 2017 di Airport Operation Airside Section dengan ketentuan sebagai berikut :

- Melaksanakan sesuai dengan jam kerja yang berlaku di perusahaan;
- Menaati Tata Tertib;
- Memakai Tanda Pengenal yang dikeluarkan oleh Perusahaan dan jas almamater;
- Menjaga semua kerahasiaan Perusahaan;
- Kepada peserta Penelitian yang telah selesai melaksanakan Kerja Praktek dan menyampaikan 1 (satu) set laporan tersebut kepada Human Capital Section.

Kepada Pendamping untuk konfirmasi lebih lanjut dipersilahkan menghubungi Human Capital Section (Nomor telepon 031-2986575 / 2986172 dengan Ibu Norma Matelda F / Sdr. Andi).

Demikian disampaikan, terima kasih atas perhatiannya.

Surabaya, 30 Maret 2017
A.n. GENERAL MANAGER
SHARED SERVICE DEPARTMENT HEAD
Angkasa Pura | AIRPORTS

MAHMUD

Tembusan Yth. :

- General Manager;
- Airport Operation Services Department Head;
- Airport Security Department Head;
- Airport Operation Airside Section Head;

Lampiran 2. Surat Keterangan Telah mengikuti *Security Clearance* di Gedung Pengamanan PT Angkasa Pura I (Persero)



SURAT KETERANGAN

Nomor : RIK-DIK .43 /OB.03.01 /2017-B

1. Menerangkan Mahasiswi dari **INSTITUTE TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER** akan melakukan Kegiatan Penelitian di PT. Angkasa Pura Airport pada bagian ***Airport Operation Airside Section*** dengan nama sebagai berikut :
 1. Erly Indah Cahyati


Telah mengikuti SECURITY CLEARANCE di Gedung Pengamanan PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandara Juanda Surabaya pada tanggal 05 April 2017

2. Sesuai hasil ***SECURITY CLEARANCE*** tersebut , ***DIVISI SEKURITI*** menyatakan bahwa nama tersebut diatas dinyatakan Aman untuk pekerjaan dimaksud.
3. Surat Keterangan ini berlaku TMT. 03 April s.d. 07 April 2017
Demikian Surat Keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Mengetahui
AIRPORT SECURITY DEPARTMENT HEAD


SUKIRMAN

Surabaya, 05 April 2017
Airport Security Investigation Team Leader


HIDAYAT

Lampiran 3. Surat Pernyataan Kevalidan Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Erly Indah Cahyati

NRP : 1314 030 051

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data
sekunder yang diambil dari ~~Penelitian/Buku/Tugas Akhir/Thesis/Publikasi *~~ yaitu

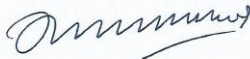
Sumber : Terminal I, PT Angkasa Pura I (Persero) Surabaya

Keterangan : Jumlah penumpang pesawat yang berangkat pada
penerbangan domestik di Bandar Udara Juanda Surabaya
mulai Januari 2010 sampai dengan Desember 2016

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data,
maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,



Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si

NIP. 19740328 199802 1 001

Surabaya, 05 Juli 2017

Yang Membuat Pernyataan,



(Erly Indah Cahyati)

NRP. 1314 030 051

Lampiran 4. Data Jumlah Penumpang Pesawat yang Berangkat
Pada Penerbangan Domestik di Bandar Udara
Juanda Surabaya

Bulan	2010	2011	2012	2013
Januari	388819	457763	530692	611667
Februari	349148	413489	494799	514135
Maret	337764	436203	554229	584354
April	405263	429024	552512	555150
Mei	422810	448132	535935	589633
Juni	441067	518562	528568	625357
Juli	476358	529225	526652	510154
Agustus	367383	386770	572259	658649
September	455251	548400	649035	620257
Oktober	477450	504393	584012	624384
Nopember	449044	516875	607734	593866
Desember	474367	521433	607417	622828

Bulan	2014	2015	2016
Januari	616951	550925	656208
Februari	485351	461200	571726
Maret	544989	492993	618395
April	510996	513301	596535
Mei	554209	568271	675702
Juni	609627	518583	523451
Juli	455616	608491	825715
Agustus	743276	699259	683946
September	604234	545042	649375
Oktober	635975	605023	621999
Nopember	593137	587291	603190
Desember	644558	671396	693125

Lampiran 5. *Syntax* SAS untuk ARIMA Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Juanda Surabaya

a. ARIMA (1,1,0)

```
data penumpang;
input y;
datalines;
388819
349148
337764
405263
422810
441067
476358
.
.
.
518583
608491
699259
545042
605023
587291
671396
;
proc arima data=penumpang;
identify var=y(1);
estimate
p=(1) q=(0)
noconstant method=cls;
forecast out=ramalan lead=12;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc export data=ramalan
outfile="D:\Ramalan Penumpang.xls"
dbms=excel97
replace;
run;
```

b. ARIMA ([1,12],1,0)

```

data penumpang;
input y;
datalines;
388819
349148
337764
405263
422810
441067
476358
.
.
.
518583
608491
699259
545042
605023
587291
671396
;
proc arima data=penumpang;
identify var=y(1);
estimate
p=(1,12) q=(0)
noconstant method=cls;
forecast out=ramalan lead=12;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc export data=ramalan
outfile="D:\Ramalan Penumpang.xls"
dbms=excel97
replace;
run;

```

c. ARIMA ([11,12],1,0)

```

data penumpang;
input y;
datalines;
388819
349148
337764
405263
422810
441067
476358
.
.
.
518583
608491
699259
545042
605023
587291
671396
;
proc arima data=penumpang;
identify var=y(1);
estimate
p=(11,12) q=(0)
noconstant method=cls;
forecast out=ramalan lead=12;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc export data=ramalan
outfile="D:\Ramalan Penumpang.xls"
dbms=excel97
replace;
run;

```

d. ARIMA (0,1,[1,12,13])

```

data penumpang;
input y;
datalines;
388819
349148
337764
405263
422810
441067
476358
.
.
.

```

e. ARIMA (0,1,[1,12,13])

e. ARIMA ([12],1,1)

```

data penumpang;
input y;
datalines;
388819
349148
337764
405263
422810
441067
476358
.
.
.
518583
608491
699259
545042
605010
587291
671396
;
proc arima data=penumpang;
identify var=y(1);
estimate
p=(12) q=(1)
noconstant method=cls;
forecast out=ramalan lead=12;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc export data=ramalan
outfile="D:\Ramalan Penumpang.xls"
dbms=excel97
replace;
run;

```

f. ARIMA ([12],1,[13])

```

data penumpang;
input y;
datalines;
388819
349148
337764
405263
422810
441067
476358
.
.
.
518583
608491
699259
545042
605010
587291
671396
;
proc arima data=penumpang;
identify var=y(1);
estimate
p=(12) q=(13)
noconstant method=cls;
forecast out=ramalan lead=12;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc export data=ramalan
outfile="D:\Ramalan Penumpang.xls"
dbms=excel97
replace;
run;

```

g. ARIMA ([11,12],1,1)

```
data penumpang;
input y;
datalines;
388819
349148
337764
405263
422810
441067
476358
.
.
.
518583
608491
699259
545042
605010
587291
671396
;
proc arima data=penumpang;
identify var=y(1);
estimate
p=(11,12) q=(1)
noconstant method=cls;
forecast out=ramalan lead=12;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc export data=ramalan
outfile="D:\Ramalan Penumpang.xls"
dbms=excel97
replace;
run;
```

Lampiran 6. Output SAS untuk ARIMA Jumlah Penumpang Pesawat Bandar Udara Juanda Surabaya

a. ARIMA (1,1,0)

Conditional Least Squares Estimation										
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag					
AR1,1	-0.55886	0.10042	-5.56	<.0001	1					
Variance Estimate			3.9016E9							
Std Error Estimate			62462.75							
AIC			1770.492							
SBC			1772.755							
Number of Residuals			71							
* AIC and SBC do not include log determinant.										
The ARIMA Procedure										
Autocorrelation Check of Residuals										
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----						
6	10.36	5	0.0658	-0.145	-0.206	0.077	0.007	-0.066	-0.246	
12	37.06	11	0.0001	0.023	0.075	0.066	-0.238	0.130	0.472	
18	47.82	17	<.0001	-0.310	0.077	0.060	-0.031	-0.076	-0.082	
24	59.51	23	<.0001	-0.004	0.033	0.016	-0.169	0.264	0.095	
Tests for Normality										
Test	--Statistic--			-----p Value-----						
Shapiro-Wilk	W	0.964626		Pr < W	0.0428					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.096899		Pr > D	0.0959					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.128995		Pr > W-Sq	0.0456					
Anderson-Darling	A-Sq	0.850783		Pr > A-Sq	0.0277					

b. ARIMA ([1,12],1,0)

The ARIMA Procedure									
Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate		Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag			
AR1,1	-0.46820		0.08076	-5.80	<.0001	1			
AR1,2	0.53180		0.08892	5.98	<.0001	12			
Variance Estimate				2.5037E9					
Std Error Estimate				50036.91					
AIC				1739.974					
SBC				1744.499					
Number of Residuals				71					
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Correlations of Parameter Estimates									
Parameter	AR1,1	AR1,2							
AR1,1	1.000	0.087							
AR1,2	0.087	1.000							
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	7.81	4	0.0988	-0.163	-0.157	-0.027	0.012	-0.017	-0.221
12	12.03	10	0.2829	0.000	0.149	-0.045	-0.051	0.062	0.138
18	13.53	16	0.6336	-0.050	0.060	0.037	-0.046	-0.078	-0.022
24	18.86	22	0.6537	-0.008	-0.023	-0.009	-0.014	0.206	-0.078
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			----p Value----					
Shapiro-Wilk	W	0.975849	Pr < W	0.1873					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.053222	Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.039842	Pr > W-Sq	>0.2500					
Anderson-Darling	A-Sq	0.350394	Pr > A-Sq	>0.2500					

c. ARIMA ([11,12],1,0)

The ARIMA Procedure									
Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate		Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag			
AR1,1	0.32955		0.13241	2.49	0.0152	11			
AR1,2	0.67045		0.13422	5.00	<.0001	12			
Variance Estimate				3.5803E9					
Std Error Estimate				59835.62					
AIC				1765.369					
SBC				1769.895					
Number of Residuals				71					
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Correlations of Parameter Estimates									
Parameter	AR1,1	AR1,2							
AR1,1	1.000	0.614							
AR1,2	0.614	1.000							
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	29.76	4	<.0001	-0.557	0.162	-0.095	-0.038	0.140	-0.176
12	37.52	10	<.0001	0.107	-0.010	0.044	0.013	-0.172	0.216
18	57.52	16	<.0001	-0.290	0.319	-0.175	0.063	-0.015	-0.018
24	67.82	22	<.0001	0.068	-0.142	0.141	-0.116	0.164	-0.112
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.977006	Pr < W	0.2174					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.072519	Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.056324	Pr > W-Sq	>0.2500					
Anderson-Darling	A-Sq	0.385868	Pr > A-Sq	>0.2500					

d. ARIMA (0,1,[1,12,13])

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter		Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag			
MA1,1		0.73663	0.08310	8.86	<.0001	1			
MA1,2		-0.72660	0.11274	-6.45	<.0001	12			
MA1,3		0.56516	0.12984	4.35	<.0001	13			
Variance Estimate				2.3833E9					
Std Error Estimate				48819.45					
AIC				1737.44					
SBC				1744.228					
Number of Residuals				71					
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Correlations of Parameter Estimates									
Parameter		MA1,1	MA1,2	MA1,3					
MA1,1		1.000	0.036	0.461					
MA1,2		0.036	1.000	-0.691					
MA1,3		0.461	-0.691	1.000					
The SAS System									
The ARIMA Procedure									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	4.09	3	0.2519	0.022	0.042	0.002	-0.058	-0.053	-0.208
12	6.35	9	0.7048	0.044	0.015	0.052	-0.044	0.095	0.102
18	14.81	15	0.4654	-0.168	0.230	-0.001	0.009	-0.092	-0.055
24	25.05	21	0.2450	-0.009	-0.067	0.099	-0.025	0.252	0.129
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.968582	Pr < W	0.0721				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.061208	Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises		W-Sq	0.038684	Pr > W-Sq	>0.2500				
Anderson-Darling		A-Sq	0.344805	Pr > A-Sq	>0.2500				

e. ARIMA ([12],1,1)

Conditional Least Squares Estimation										
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag					
MA1,1	0.78457	0.07689	10.20	<.0001	1					
AR1,1	0.70181	0.11339	6.19	<.0001	12					
Variance Estimate			2.33E9							
Std Error Estimate			48270.15							
AIC			1734.869							
SBC			1739.395							
Number of Residuals			71							
* AIC and SBC do not include log determinant.										
Correlations of Parameter Estimates										
Parameter	MA1,1	AR1,1								
MA1,1	1.000	0.197								
AR1,1	0.197	1.000								
The SAS										
The ARIMA Procedure										
Autocorrelation Check of Residuals										
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----						
6	2.63	4	0.6220	-0.069	0.074	0.017	-0.026	0.040	-0.144	
12	5.95	10	0.8194	0.046	0.053	0.084	-0.057	0.085	0.128	
18	12.98	16	0.6745	-0.142	0.216	-0.047	0.027	-0.068	-0.053	
24	20.88	22	0.5279	-0.018	-0.079	0.100	-0.065	0.219	-0.073	
Tests for Normality										
Test	--Statistic--			----p Value-----						
Shapiro-Wilk	W	0.956914		Pr < W	0.0159					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.08933		Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.085804		Pr > W-Sq	0.1770					
Anderson-Darling	A-Sq	0.719098		Pr > A-Sq	0.0603					

f. ARIMA ([12],1,[13])

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag				
MA1,1	0.47223	0.14603	3.23	0.0019	13				
AR1,1	0.46640	0.12651	3.69	0.0004	12				
Variance Estimate			3.3491E9						
Std Error Estimate			57871.73						
AIC			1760.63						
SBC			1765.156						
Number of Residuals			71						
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Correlations of Parameter Estimates									
Parameter	MA1,1	AR1,1							
MA1,1	1.000	-0.366							
AR1,1	-0.366	1.000							
The SAS System									
20:39 Friday, May 28, 2017 423									
The ARIMA Procedure									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	19.07	4	0.0008	-0.448	0.057	-0.018	-0.043	0.106	-0.191
12	21.36	10	0.0187	0.013	0.032	0.071	-0.086	-0.012	0.114
18	26.34	16	0.0494	-0.051	0.178	-0.130	0.021	-0.054	0.012
24	39.00	22	0.0141	0.024	-0.107	0.101	-0.105	0.236	-0.171
Tests for Normality									
Test	--Statistic--		----p Value----						
Shapiro-Wilk	W	0.961785	Pr < W	0.0296					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.114136	Pr > D	0.0218					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.116353	Pr > W-Sq	0.0701					
Anderson-Darling	A-Sq	0.76931	Pr > A-Sq	0.0447					

g. ARIMA ([11,12],1,1)

The SAS System									
The ARIMA Procedure									
Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate		Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag			
MA1,1	0.62620		0.11251	5.57	<.0001	1			
AR1,1	0.27498		0.11063	2.49	0.0154	11			
AR1,2	0.72502		0.11198	6.47	<.0001	12			
Variance Estimate				2.2212E9					
Std Error Estimate				47129.71					
AIC				1732.438					
SBC				1739.226					
Number of Residuals				71					
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Correlations of Parameter Estimates									
Parameter	MA1,1	AR1,1	AR1,2						
MA1,1	1.000	-0.045	0.010						
AR1,1	-0.045	1.000	0.249						
AR1,2	0.010	0.249	1.000						
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	5.87	3	0.1181	-0.186	0.031	-0.108	-0.046	0.092	-0.137
12	8.85	9	0.4510	0.082	0.059	0.054	-0.042	-0.123	0.071
18	18.16	15	0.2542	-0.161	0.259	-0.072	0.046	-0.046	-0.011
24	25.28	21	0.2354	0.000	-0.113	0.111	-0.019	0.171	-0.110
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.984592		Pr < W	0.5359				
Kolmogorov-Smirnov	D	0.050598		Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises	W-Sq	0.029989		Pr > W-Sq	>0.2500				
Anderson-Darling	A-Sq	0.238529		Pr > A-Sq	>0.2500				

Lampiran 7. Perhitungan Manual Kriteria Kebaikan Model

Berdasarkan *Output*

a. ARIMA ([1,12],1,0)

Z_t	\hat{Z}_t	$Z_t - \hat{Z}_t$	$(Z_t - \hat{Z}_t)^2$	$\left \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right $
656208	582224.1	73983.919	5473620211	0.112744615
571726	576257.9	-4531.9284	20538374.7	0.007926749
618395	595958.9	22436.125	503379693.5	0.03628122
596535	597534.8	-999.84041	999680.8502	0.00167608
675702	626030.2	49671.795	2467287197	0.073511392
523451	586264.6	-62813.563	3945543692	0.119998936
825715	652696	173018.97	29935565563	0.209538369
683946	669863.8	14082.171	198307536.5	0.020589595
649375	579812.8	69562.162	4838894322	0.107121712
621999	653872.4	-31873.4	1015913648	0.051243491
603190	609768.1	-6578.1094	43271523.14	0.010905535
693125	675144.9	17980.146	323285667.8	0.025940698
Rata-rata			4063883926	0.064789866

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{4.063.883.926}$$

$$RMSE = 63.748,5994$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$MAPE = 0,064789866 \times 100\%$$

$$MAPE = 6,47899$$

b. ARIMA (0,1,[1,12,13])

Z_t	\hat{Z}_t	$Z_t - \hat{Z}_t$	$(Z_t - \hat{Z}_t)^2$	$\left \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right $
656208	556288.3	99919.744	9983955199	0.152268402
571726	532414.4	39311.648	1545405661	0.068759594
618395	542746.6	75648.424	5722684129	0.122330265
596535	554552.7	41982.273	1762511225	0.070376881
675702	593724.6	81977.371	6720289407	0.121321783
523451	555247.7	-31796.651	1011027041	0.060744275
825715	654340.1	171374.86	29369340939	0.207547223
683946	596193.7	87752.324	7700470376	0.128303001
649375	545273.2	104101.75	10837174795	0.160310687
621999	582749.1	39249.85	1540550749	0.063102755
603190	582110.4	21079.625	444350585.2	0.034946907
693125	624886.5	68238.465	4656488122	0.098450446
Rata-rata			6774520686	0.107371852

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{6.774.520.686}$$

$$RMSE = 82.307,476$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$MAPE = 0,10737 \times 100\%$$

$$MAPE = 10,737$$

c. ARIMA ([12],1,1)

Z_t	\hat{Z}_t	$Z_t - \hat{Z}_t$	$(Z_t - \hat{Z}_t)^2$	$\left \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right $
656208	562547	93661.037	8772389782	0.142730714
571726	499577.4	72148.598	5205420126	0.126194362
618395	521889.9	96505.073	9313229145	0.156057331
596535	536142.2	60392.793	3647289438	0.101239312
675702	574720.5	100981.51	10197264627	0.149446807
523451	539849.1	-16398.147	268899237.9	0.031326996
825715	602947.1	222767.86	49625519970	0.269787834
683946	666648.7	17297.316	299197154.8	0.025290471
649375	558418.2	90956.762	8273132640	0.140068162
621999	600513.3	21485.725	461636381.2	0.034543022
603190	588068.8	15121.153	228649253.5	0.025068639
693125	647094.3	46030.742	2118829249	0.066410449
Rata-rata			8200954750	0.105680342

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{8.200.954.750}$$

$$RMSE = 90.559,123$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$MAPE = 0,10568 \times 100\%$$

$$MAPE = 10,568$$

d. ARIMA ([11,12],1,1)

Z_t	\hat{Z}_t	$Z_t - \hat{Z}_t$	$(Z_t - \hat{Z}_t)^2$	$\left \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right $
656208	532901.8	123306.17	15204411268	0.18790714
571726	476592.3	95133.68	9050417046	0.16639733
618395	505227.1	113167.89	12806970295	0.183002588
596535	535066.6	61468.426	3778367414	0.103042447
675702	561257.3	114444.67	13097582939	0.169371516
523451	549955.9	-26504.939	702511780.9	0.050634995
825715	640100.4	185614.64	34452793427	0.224792618
683946	663501.5	20444.497	417977449.4	0.029891975
649375	568185.5	81189.506	6591735919	0.125027151
621999	606796.7	15202.329	231110802.7	0.024441082
603190	617068.2	-13878.163	192603421.3	0.023007947
693125	639962	53162.961	2826300408	0.076700394
Rata-rata			8279398514	0.113684765

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{8.279.398.514}$$

$$RMSE = 90.991,200$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$MAPE = 0,11368 \times 100\%$$

$$MAPE = 11,368$$

**Lampiran 8. Hasil Ramalan Jumlah Penumpang Pesawat Tahun
2017 Menggunakan Model Terpilih ARIMA
(11 121 1 0)**

The ARIMA Procedure				
Autoregressive Factors				
Factor 1: 1 + 0.47105 B**(1) - 0.52895 B**(12)				
Forecasts for variable y				
Obs	Forecast	Std Error	95% Confidence Limits	
85	642727.7	53684.92	537507.2	747948.2
86	621780.2	60732.61	502746.5	740814.0
87	656333.1	72891.98	513467.5	799198.8
88	628494.2	80728.98	470268.3	786720.1
89	683483.2	88946.59	509151.1	857815.3
90	577047.3	95991.65	388907.2	765187.5
91	787066.8	102762	585657.4	988476.1
92	613148.8	109020	399473.5	826824.2
93	676785.9	114979	451430.5	902141.2
94	632329.3	120626	395906.5	868752.1
95	643321.3	126028	396310.1	890332.6
96	685714.9	131205	428558.2	942871.5

Halaman ini sengaja dikosongkan



BIODATA PENULIS

Erly Indah Cahyati adalah nama lengkap penulis dan biasa dipanggil Erly. Lahir di Desa Rejeni RT:11 RW:06, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur pada tanggal 26 Juli 1995 oleh pasangan Ipur Edy.S dan Suti'ah. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh penulis dimulai dari TK Darma Wanita Kandangan (lulus tahun 2002), SD Negeri Kandangan (lulus tahun 2008), SMP Negeri 1 Krembung (lulus tahun 2011), SMA Negeri 1 Krembung Kabupaten Sidoarjo (lulus tahun 2014), setelah itu penulis langsung melanjutkan kuliah dan diterima di Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya melalui jalur seleksi reguler.

Selama perkuliahan penulis aktif di salah satu UKM ITS yaitu Koperasi Mahasiswa (Kopma) mulai tahun pertama hingga pertengahan tahun kedua perkuliahan (2014-2015). Penulis menjabat sebagai staff PSDA (Pengembangan Sumber Daya Anggota). Tahun kedua perkuliahan yaitu semester 4 penulis berkesempatan melakukan Kerja Praktek di PT Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo, Jawa Timur. Disana peneliti diterima di bagian *Quality Control (QC)* dan ditempatkan di bagian Laboratorium untuk memeriksa kualitas gula hasil produksi.

Semoga dengan penulisan tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi positif di dunia pendidikan. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul "Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Yang Berangkat Pada Penerbangan Domestik Di Bandar Udara Juanda Surabaya Menggunakan *ARIMA Box-Jenkins*". Apabila pembaca mempunyai kritik dan saran, penulis dapat dihubungi via email erlyindah@gmail.com.

Halaman ini sengaja dikosongkan